

# الجزء والكل

## محاورات في ضمائر الفيزياء الذرية

تأليف

د. فيرنر هيزنبرج

ترجمة وتحقيق

محمد أسعد عبد الرؤوف

تقديم

د. علي حلمي موسى







# الجزء والكل

محاورات في ضمائر الفيزياء الذرية

تصميم الغلاف : محمد قطب  
الاخراج الفني : زهور السلام شاكر

---

الاشراف الفني : عفاف توفيق



# الجزء والكل

## محاورات في ضمائر الفيزياء الذرية

تأليف

د. فيرنر هينزبرج

ترجمة وتحقيق

محمد أسعد عبد الرؤوف

تقديم

د. علي حلمي موسى



الهيئة العامة للكتاب

١٩٨٦



**Der Teil und das Ganze  
Gesprache im Umkreis der Atomphysik.**

**ترجمة لكتاب :**

**Werner Heisenberg**

**تأليف :**

**Deutscher Taschenbuch Verlag  
(dtv 1973).**

**الطبعة الألمانية :**



## الكتاب

تدور مذكرات هيزنبرج Heisenberg حول الفيزياء الذرية المعاصرة التي تأثرت - لاشك - في مراحل تطورها بجهوده الخلاقة والتي ترتبط في تقديره بقضايا في ميادين الفلسفة والدين والسياسة والفن . كما أنها ترتبط بالاضطرابات التي لازمت الجمهورية الشيوعية في ميونخ (١) وبأيام الدراسة ودائرة الاصدقاء في تنظيم حركة الشبيبة وبالمنجزات والتحديات التي صاحبت أيام النازية وأيام التشييد بعد عام ١٩٤٥ . من هذه المنطلقات تعود الى الحياة مقابلات هيزنبرج مع ألبرت أينشتين ، ماكس بلانك ، أرنولد زومر فيلد ، نيلز بوهر ، فولفجانج باولي ، كارل فريدريش فون فايتسسكر وآخرين .

لقد كانت المحاورات مع هؤلاء الفيزيائيين تمثل حجر الزاوية في حياة هيزنبرج ومن هنا فانه يصف بشغف جو الاقطار والأماكن التاريخية التي أجريت فيها هذه المحاورات ، سواء أكان ذلك بجوار بحيرة شتارنبرج ، أم فوق جبال الألب ، أثناء الرحلات بالقوارب الشراعية في الدانمارك أم أثناء السير بجوار البحر هناك ، أو حتى خلال المحاضرات في جامعات ميونخ ، ليبزيج ، برلين وجوتنجن . كل ذلك من شأنه أن يجعل الذين لا تربطهم علاقة بتفاصيل الفيزياء الذرية يستطيعون متابعة المحاورات باثارة وتلهف .

( مجلة الشعب الألمانية )

(١) جمهورية ألمانيا أعلنت في مقاطعة بافاريا سنة ١٩١٩ يتفق اتجاهها السياسى مع النظام الشيوعى الروسى .



## المؤلف :

ولد فسيرنر هيزنبرج في ٥/١٢/١٩٠١ في  
فورتسبورج Wurzburg درس الفيزياء في  
ميونخ وجوتنجن . حصل في ١٩٢٤/١٩٢٥ على  
منحة روكفلر وعمل لدى نيلز بوهر في كوبنهاجن .  
أصبح أستاذا بجامعة ليبزيغ سنة ١٩٢٧ . حصل  
على جائزة نوبل للفيزياء سنة ١٩٣٢ . تولى رئاسة  
معهد القيصر فيلهلم للفيزياء سنة ١٩٤١ . قام في  
سنة ١٩٤٦ بإنشاء معهد ماكس بلانك للفيزياء في  
جوتنجن ثم انتقل به الى ميونخ سنة ١٩٥٨ . مات  
في ١/٢/١٩٧٦ في بيته في ميونخ .



اهداء

الى زوجتى ...







## تقديم

بقلم : الأستاذ الدكتور على حلمى موسى

يعد « فيرنر هيزنبرج » واحدا من أعلام الفيزياء الذرية الحديثة الذين ساهموا فى تطوير النظرة العلمية الدقيقة لتفسير ما يحدث داخل الذرة وداخل النواة . ويعتبر التعرف على افكاره ومبادئه - ومن ثم نظراته الشاملة الى الظواهر التكرارية فى الكون - مدخلا رئيسيا الى الفلسفة الطبيعية المعاصرة . فهو العالم الذى اكتشف مبدأ عدم الحتمية فى الفيزياء الذرية ، والذى اعتنقه عدد من الفلاسفة المعاصرين ، وأصبح هذا المبدأ بالاضافة الى مفاهيم فلسفية أخرى نابعة من علم الفيزياء الحديثة مثل « الاحتمالية » و « الانتروبيا » وغيرها ، أصبحت هذه المبادئ تمثل ركائز تقوم عليها الفلسفة الحديثة .

ولقد نال « هيزنبرج » جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٣٢ عن حصيلة أبحاثه العلمية على مدى عشر سنوات ، وكان عمره فى ذلك الوقت واحدا وثلاثين سنة .

يقدم « هيزنبرج » فى هذا الكتاب « الجزء والكل » خلاصة تجاربه فى الحياة ويتعرض فى تسلسل تاريخى لمحاورات ومناقشات علمية تبدأ من عام ١٩١٩ ( عندما كان فى الثامنة عشرة من عمره ) حتى عام ١٩٦٥ ، أى ما يقرب من نصف قرن ، وذلك فى أسلوب فلسفى ممتع ، ممزوج بوصف الطبيعة الخلابة فى بعض مناطق المانيا والدانيمرك وغيرها ، مما يوضح أن « هيزنبرج » كان مرهف الحس له شاعرية متميزة تظهر فى إتقانه العزف على الجيتار وشغفه بالموسيقى الكلاسيكية .

يعرض المؤلف مناقشاته مع زملائه الطلاب ( عام ١٩١٩ ) عن افكار الفيزياء الذرية السائدة فى ذلك الوقت والعلاقة بين الأجزاء الصغرى من المادة ( الذرة ) والعلاقات التركيبية للمواد ، ومقارنتها بمحاورات



« تيمايوس » الأفلاطونية الفلسفية • كما يقوم المؤلف بتحليل عملية «الفهم» وتقسيمه الى مرحلتين : الفهم بالعقل والفهم بالقلب • وقد تطرقت المحاورات الى موضوع تسرب الخلافات السياسية والعنصرية الى المناقشات العلمية ، والتي قد تؤدي ( فى نظر المتحاورين ) الى وأد الأفكار العلمية النيرة •

ولم يخل الكتاب من بعض النواحي الاجتماعية فى تناول المؤلف الفرق بين نظرة كل من الانسان الألماني ( البيروسي ) والاسكندنافية ( الدانيمركى ) الى الخصائص الجماعية « الشرف والنزاهة » • وأن الألماني يؤكد أن هذه الخصائص تؤدي الى خلق الشعور القومى • بينما يرى الاسكندنافية أن الحاكم يستغل هذه الخصائص لتحقيق مآربه التوسعية والدكتاتورية •

وتكررت محاورات المؤلف مع كبار العلماء مثل « البرت اينشتين » وكان الجزء الأكبر منها مع العالم الدانيمركى « نيلز بوهر » • والتي من كثرتها كادت أن تصيبها بالعقم الفكرى ، بحيث أنه عندما ذهب بوهر فى رحلة ترحل على الجليد فى فبراير ١٩٢٧ جلس هيزنبرج للتفكير وحيدا وتوصل فى النهاية الى مبدأ عدم الحتمية ، وهو كما ذكرنا من أهم المبادئ التى تحكم علم ميكانيكا الكم والفيزياء الذرية ، بالإضافة الى دوره فى الفلسفة •

وتعرض المؤلف الى العلاقة بين العلم والدين وخلص الى انهما ينتميان الى مجالين مختلفين ، فالأول يتناول « الصواب والخطأ » ، أما الثانى فيتعلق « بالخير والشر » • وعلى ذلك فلا تعارض بينهما • غير أنه فى محاوراته مع العلماء حول هذه القضية ظهر بينهم من يرى أن الدين يعنى بحقيقة موضوعية ، وعلى ذلك فلا بد وأن يخضع لمقاييس الحقيقة فى العلم • كما لم يغفل المؤلف عرضه للعلاقة بين البيولوجيا والفيزياء أو تعرضه لنظرية داروين •

وكان من أجمل ما تعرض له « هيزنبرج » فى كتابه محاوراته مع الفلاسفة فى موضوعات متناثرة وعلى رأسها فلسفة « كائط » ، وكان رأى الفلاسفة أن « العلة والفعل » هما ادوات التفكير فى أى فرع من فروع العلم ، فاذا أخلت ميكانيكا الكم بهذا القانون فقد فشلت فى أن تصبح علما • وقد حاول علماء الفيزياء تفسير هذا التناقض بتحديد تعريف « الشيء » وهو ما لا يتفق مع « الذرة » لأننا لا نراها ، وبالتالي يمكن استثناء علم « ميكانيكا الكم » من قانون « العلة والفعل » •



ومن دور المؤلف فى الحرب العالمية الثانية اشار الى التقدم العلمى فى ألمانيا النازية فى بداية تلك الحرب ، وتردد العلماء الألمان بين البقاء فى بلدهم أو الهجرة الى الولايات المتحدة . ورغم وجود « هيزنبرج » فى الولايات المتحدة فى اغسطس ١٩٣٩ الا انه قرر العودة الى بلاده التى يعلم أنها ستبدأ حرباً مع جيرانها ، ويعلم بأن نتيجتها سوف تكون الهزيمة لان ميزان التقدم التكنولوجى فى غير صالحها . وكان دور « هيزنبرج » كجندى فى الجيش الألمانى خلال الحرب العالمية الثانية العمل فى مركز قيادة تسليح الجيش فى برلين مع مجموعة من الفيزيائيين الذريين وذلك بهدف تطوير الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية ، والتى لم تسفر عن تقدم ملحوظ بسبب عدم اقتناعهم بما يقومون به . وعلى الرغم من ذلك فقد قبض على « هيزنبرج » بواسطة الحلفاء فى مايو ١٩٤٥ وظل اسيراً حتى يناير ١٩٤٦ .

وقد أعرب المؤلف عن صدمته الشديدة لالقاء القنبلة الذرية على هيروشيما ، كما أدى هذا العمل الى اكتاب زميله العالم « اوتوهان » وهو العالم الذى اكتشف الانشطار النووى قبل الحرب واستغل الامريكيون هذا الاكتشاف فى التوصل الى القنبلة . وقد أدى هذا الموقف الى بدء محاورات بناءة بين العلماء عن مدى المسؤولية الأدبية والنفسية التى يشعر بها العالم الذى يكتشف أو يخترع عندما يكون الاكتشاف أو الاختراع سبباً فى دمار البشرية .

وتعرض المؤلف الى دوره بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية فى رسم السياسة العلمية لاعادة بناء ألمانيا مادياً واجتماعياً وثقافياً وفكرياً ، وهو دور ممتاز يتسم بالوطنية والاخلاص . فقد كان لهيزنبرج وامثاله الفضل فى نهضة ألمانيا نهضة علمية رائعة .

وفى جميع تلك المحاورات والقضايا التى تعرض لها المؤلف يتناول الكتاب الظروف والملابسات التى تم التوصل فيها الى كثير من القوانين الطبيعية التى بنيت عليها الفيزياء المعاصرة كما يقوم بالاشارة الى مضمونها ، ومناقشة العلاقة بين هذه القوانين الجديدة وقوانين طبيعية أخرى ، وفى هذا الصدد يبرز المؤلف أن النمو المطرد للعلم ينبع أيضاً من صراع الأجيال المستمر ، وهو لا يقف حيث يتوقف الآخرون أمامه مهما كانت قدراتهم العلمية الفذة . واذن فان العلم أو بالتحديد مقدار ما يعرفه الانسان عن الكون بكل ما فيه ومن فيه هو عملية ديناميكية مستمرة تنتقل من حضارة الى أخرى وتزدهر من خلال الصراعات داخل الحضارة الواحدة وبين الحضارات المختلفة .



## المترجم :

هو الدكتور محمد أسعد عبد الرؤوف الذى بدأ حياته العلمية معيدا بجامعة عين شمس ثم نال درجة الماجستير من نفس الجامعة وسافر الى ألمانيا الغربية منذ ثلاثة عشر عاما ، وظل يتنقل بين جامعاتها أستاذا للفيزياء الذرية . والى جانب مركزه العلمى فان الدكتور عبد الرؤوف يمتاز بالثقافة والفكر ، وقد تجلى ذلك فى اختياره لهذا الكتاب المتميز ليقوم بترجمته من الألمانية الى العربية وذلك حتى يتيح لقراء العربية التعرف على الفكر الألمانى الفلسفى والعلمى من أرقى منابعه .

وقد توخى الدكتور عبد الرؤوف فى هذه الترجمة اضافة التفسيرات اللازمة والتي قد تكون غائبة عن ذهن القارئ العربى فى نهاية الصفحات واستخدم مصطلحات وتعبيرات جديدة كلما تطلب الأمر ذلك .

وقد قام المترجم باضافة تعبيرات وأسماء الأشخاص والأماكن باللغة الألمانية وذلك حتى يتمكن القارئ العربى من معرفة مخارج الكلمات والنطق الصحيح لها .

وقد أنهى المترجم الكتاب بقائمة بأسماء الحاصلين على جائزة نوبل فى الفيزياء منذ بدايتها وحتى عام ١٩٧٢ ، والتي يتوسطها العالم « فيرنر هزنبيرج » .

دكتور على حلمى موسى

القاهرة فى ٣/٣/١٩٨٦ .



---

## مقدمة :

---

وأما بالنسبة للخطب ... التي أقيمت فقد كان  
من المستحيل لي كشاهد استماع أن أحفظ النص الحرفي  
لكل ما قيل .

وعليه فقد تركت كل خطيب يتحدث كما قرب  
ما يكون - في ظني - موافقا لظروفه وذلك بأن التزمت  
- بقدر الامكان - بالخط الفكري لما قيل .  
ثيوكلديدس (١) Thukydides

العلم من عمل الانسان . تلك الحقيقة البديهية تهوى دائما في عالم  
النسيان . وقد يكون ادراكها لازما لحصر الهوة بين الثقافتين الأدبية والفنية  
من ناحية وبين التكنولوجيا العلمية من ناحية أخرى . هذا الكتاب يتناول  
تطور الفيزياء الذرية خلال الخمسين سنة السابقة كما عايناه المؤلف .

من المعروف أن مصدر العلم هو التجارب العلمية وأنه ينشأ عن  
طريق المحاورات التي تتم بين المشتغلين به حول تفسير مغزى هذه  
التجارب . مثل تلك المحاورات يمثل المضمون الرئيسي لهذا الكتاب .  
والهدف اذن هو توضيح أن العلم لا يتأتى الا بالمحاورات . وبما أنه من  
غير الممكن التردد الحرفي للمحاورات التي دارت بين المؤلف وفيزيائيين  
آخرين بعد قوات تلك السنين (٢) فقد سمح المؤلف لنفسه - في أماكن عديدة  
من الكتاب - بالتغاضي عن الدقة التاريخية لما قيل آنذاك والاكتفاء بأن  
يكون ذلك في المكاتبات المسجلة . وبالرغم من ذلك فقد حرص المؤلف  
على أن تكون الصورة النهائية لمضمون المحاورات مكتملة الصحة أيضا  
فقد روعي في سرد المحاورات ألا تأخذ الفيزياء الذرية الجانب الأكثر

---

(١) مؤرخ اغريقي ولد في أثينا عام ٤٦٠ قبل الميلاد .

(٢) بين عام ١٩٢٠ وعام ١٩٧٠ تقريبا .

أهمية بالمقارنة بالقضايا الانسانية الفلسفية والسياسية والمؤلف يأمل أن تتضح من خلال ذلك العلاقة بين العلم وتلك القضايا العامة .

لقد توخيت في الكتاب أن أذكر معظم الأشخاص بأسمائهم الأولى دون ألقابهم وذلك أحيانا لأنهم لم يلعبوا دورا في الحياة العامة وأحيانا أخرى لإبراز طبيعة العلاقة بينهم وبين الكاتب . أيضا فإنه لمنع الانطباع بأن هذا الكتاب ترديد للوقاية التاريخية المختلفة فقد تغاضى المؤلف عن إعطاء معلومات دقيقة حول هؤلاء الأشخاص واقتصر على أن القارئ سوف يتعرف عليهم - بنحو أو آخر - عن طريق الحديث معهم .

لقد أولى المؤلف أهمية كبرى للظروف التي تمت فيها تلك المحاورات حتى تتجلى للقارئ بوضوح عملية انشاء العلم ويظهر له كيف أن التعاون المشترك لانس شديدي الاختلاف يمكن أن يؤدي الى نتائج علمية بعيدة المدى .

لقد ركز المؤلف أيضا على إعطاء القراء الغير مشغولين بالفيزياء الذرية الحديثة انطبعا حول طريقة التفكير التي صاحبت انشاء هذا العلم . على أنه ينبغي التحذير بأن خلفية المحاورات تقوم في كثير من الأحيان على علاقات رياضية مجردة لا يمكن الالمام بتفاصيلها دون دراسة أكاديمية مركزة .

أخيرا فإن المؤلف قد التزم بهدف آخر من وراء المحاورات وهو اظهار أن الفيزياء الذرية المعاصرة قد أدت الى مناقشة قضايا أساسية في ميادين الفلسفة والأخلاق والسياسة وقد توخى المؤلف من خلال ذلك أن تتسع دائرة المشتركين في هذه المناقشة . ولعل هذا الكتاب يكون أداة ناجحة لذلك .



## ١ - المقابلة الأولى مع علم الذرة

( ١٩١٩ - ١٩٢٠ )

لعل ذلك كان فى ربيع عام ١٩٢٠ ، حين أدت نتائج الحرب العالمية الأولى بأبناء بلدنا الى حالة من عدم الاستقرار فأصابنا شيوخنا المنخدعة بالشلل التام وتشكل الشباب فى تجمعات صغيرة وكبيرة بهدف البحث عن طريقه الخاص أو على الأقل من أجل أن يجد مؤشرا جديدا يهتدى به بعد أن تحطمت كل المؤشرات القديمة هكذا وجدت نفسى فى أحد أيام الربيع المشمس أتجول مع مجموعة من عشرة رفاق - معظمهم يصغرنى عمرا - خلال المرتفعات الجميلة على الساحل الغربى لبحيرة شتارنبرج حيث تجلت للناظر خلال ثغرة الخضرة الزاهية على الجانب الآخر للجبال الخلفية شديدة الامتداد . انه من الغريب حقا أن تتم فوق هذه الجبال أول مجاورة فى حياتى عن عالم الذرة . تلك المجاورة التى تعمق أثرها فى كل حياتى العلمية اللاحقة .

لعل من واجبى لتوضيح الأسباب التى أدت الى اثاره مثل هذه المجاورة الجادة بين مجموعة من الشباب العاثر المتفتح لجمال الطبيعة الفتان أن أذكر بأن العناية المنزلية والمدرسية التى أحاطت بهؤلاء الشباب أثناء السلم قد فقدت كل أركانها خلال الحرب وأنه قد نشأ عوضا عنها ذلك الاستقلال الفكرى الذى يتجلى فى هذه المجاورة بين مجموعة من الشباب

التي وثقت في ذاتها حتى وان سلمنا بأن الأسس النظرية لمثل هذه  
المحاورة كانت منعقدة .

على بعد خطوات من مسيرتنا كان أمامي شاب أشقر - كنت قد كلفت  
من قبل والدي برعايته في الواجبات المدرسية - وأتذكر أنه قام في العام  
السابق لذلك - وهو في سن الخامسة عشر - بتزويد المقاتلين في  
الشوارع بالموءن بينما كان والده يرقد بصحبة مدفعه خلف نبع  
فيتيلسباخر Wittelsbacher في ميونخ (Munchen) . آخرون من  
مجموعتنا - وبينهم أنا - كنا نعمل كصبية في الحقول في أراضى بافاريا  
العليا . ومن هنا لم تكن الرياح الهادئة التي صاحبتنا في رحلتنا غريبة  
علينا ولم يملكنا الخوف من أن ننطلق بأفكارنا الخاصة حول قضايا  
الفيزياء الغامضة .

لعل السبب الرئيسي للمحاورة الأولى هو أنني كنت أستعد للامتحان  
النهائي لدراستي الثانوية الذي كان يجب أن يعقد في الصيف التالي ،  
وأنني أستعذب المناقشة مع صديقي كورت حول القضايا العلمية  
المختلفة . ذلك الصديق الذي شاركني كثيرا من اهتماماتي وكان يرغب  
أن يصبح مهندسا ذات يوم . ينتمى كورت الى أسرة بروتستانتية ربها  
ضابط في الجيش الألماني . وأذكر أنه كان رياضيا بارعا ورفيقا يمكن  
الوثوق به . كما أذكر أيضا أنه في عام ١٩١٩ - عندما حاصرت القوات  
الحكومية مدينة ميونخ وبينما كنا قد فقدنا كل مواردنا الغذائية ذهبنا  
أنا وأخي مع كورت فوق دراجته خلال خطوط القتال الى جارشينج  
(Garching) وعدنا بعد ذلك بجوال مليء بالمواد الغذائية المختلفة  
خصوصا الخبز والدهن . ولذلك فقد أدت تلك المغامرات المشتركة الى  
خلق قواعد متينة الاخلاص بلا حدود وتفهم مبكر بيننا . في تلك اللحظات  
من رحلتنا تعرضت لموضوع اهتمامنا المشترك وهو القضايا العلمية  
المعاصرة . لقد أخبرت كورت أنني قد اصطدمت في كتاب الفيزياء برسم  
توضيحي يبدو لي كأنه قفشة بسخيفة . كان الرسم يمثل الموضوع  
الرئيسي في علم الكيمياء حيث تتحد مادتان منتظمتان كيميائيا لتكوين  
مادة منتظمة أخرى : مثلا فان عنصر الكربون يتحد مع عنصر الأكسجين  
لتكوين حامض الكربون . يشرح الكتاب القوانين المصاحبة لمثل هذه  
العمليات بأن يفترض أن الأجزاء الصغرى لأحد العناصر ( الذرات  
Atome ) تتحد مع الأجزاء الصغرى للعنصر الآخر على شكل مجموعة  
ذرية أو ما يسمى بالجزئ (Molekul) . ومن هنا فان جزئ حامض  
الكربون يتكون من ذرة كربون وذرتين من الأكسجين . لمزيد من التوضيح زود



الكتاب رسماً لهذه المجموعات الذرية ولتفسير الأسباب التي أدت إلى أن ذرة الكربون وذرتي الأكسجين يتحدن لتكوين جزيء حامض الكربون زود الراسم الذرات المختلفة بخطافات وحلقات تتم عن طريقها عملية الاتحاد لتكوين الجزيء . مثل هذا التفسير بدا لي هراء محضاً ، وذلك لأن الخطافات والحلقات أدوات عشوائية يمكن أن تأخذ أشكالاً مختلفة حسب الهدف التكنولوجي الذي ستستخدم فيه بينما يجب أن يكون مبعث أشكال الذرات « قانوناً طبيعياً » (Naturgesetz) كما أن اتحادها لتكوين الجزيئات يجب أن يتم وفقاً لقانون طبيعي ، ومن هنا ينبغي ألا تكون هناك أشكال عشوائية مثل الخطافات والحلقات .

كورت : « إن لم تعتقد في الخطافات والحلقات - وانني لأشك في صحتها كذلك - يتحتم عليك قبل كل شيء أن تدرك أي نوع من التجارب (١) أدى بالرسام إلى تمثيلها بهذه الصورة . ذلك أن العلم الحديث ينطلق من التجارب وليس من التأملات الفلسفية . وعلينا أن نسلم بالخبرة التجريبية ما دامت طريقة الحصول عليها موثوقاً بها ، أي ما دامت قد تمت بعناية كافية . يتفق الكيميائيون - على قدر ما أعرف - على أن الأجزاء الأولية في أي « اتحاد كيميائي » تظهر دائماً في تناسب وزني محدد . إن ذلك في حد ذاته مثير للعجب . وعليه فإنه حتى لو سلمنا بوجود الذرة - أو بمعنى آخر بوجود « الجزء الأصغر » لكل « عنصر كيميائي » - فإنه لا توجد قوى كتلك التي نعرفها في الطبيعة يمكن أن تفسر بها لماذا تجذب كل ذرة كربون ذرتي أكسجين فقط وتتحد معهما كيميائياً . لو أن هناك قوة تجاذب بين كلا النوعين من الذرات فلماذا لا يتم من وقت لآخر مثلاً اتحاد ذرة الكربون مع ثلاث ذرات أكسجين ؟ »

هيزنبوج : « لعل ذرات الكربون أو ذرات الأوكسجين لها أشكال تمنع « لأسباب مكانية » (raumliche Anordnung) وقوع مثل هذا الاتحاد . »

كورت : « إذا افترضنا هذا - وهو ما يبدو مقبولاً للعقل - فإننا نكون إذن قد وصلنا مرة أخرى إلى الخطافات والحلقات التي توجد في الكتاب المدرسي . لعل الرسام أراد بهم أن يعبر عن هذا الذي قلته . وذلك لأنه لا يعرف الشكل الدقيق للذرات . لقد رسم

---

(١) في كل أنحاء الكتاب استخدمت كلمة « تجربة » كترجمة لكلمة «Erfahrung» بمعنى خبرة في مجال معين وكلمة « تجربة عملية » كترجمة لكلمة «Experiment»

الخطافات والحلقات ليبين أن هناك أشكالا معينة تؤدي إلى أن ذرتي أكسجين - وليس ثلاثة - يمكن أن تتحد مع ذرة كربون واحدة » .

هينزبرج : « جميل جدا ! » انك تقر بأن الخطافات والحلقات تعد هراء . ولكنك تقول أن الذرات لها أشكال محددة - وفقا « للقانون الطبيعي » المستول عن تواجدها والذي يؤدي أيضا إلى الاتحاد المشار إليه . ثم انك تقول أيضا أننا لا نعرف هذه الأشكال كما أن الرسام ليست له دراية بها . وكل ما نعرفه عن هذه الأشكال الآن هو أنها لا بد وأن تؤدي إلى أن ذرة الكربون تتحد سويًا مع ذرتي أكسجين وليس ثلاثة . لقد اكتفى الكيميائيون في هذا الصدد باستخدام المصطلح « فالينس Valence » - أو « القدرة الذرية » (١) - ولكن علينا أن نثبت ما إذا كان ذلك مجرد كلمة أم أنه مصطلح يجب استعماله فعلا .

كورت : « يبدو أنه شيء أكثر من مجرد كلمة . ذلك أنه في حالة عنصر الكربون نجد أن القدرات الذرية الأربعة المزودة بها ، والتي تشبع كل اثنتين منها القدرتين الذريتين المزودة بها ذرة الأكسجين ، ترتبط « بالتمثيل الرباعي » لذرة الكربون . واذن فربما يكمن خلف هذا التمثيل بعض من المعرفة التجريبية حول أشكال الذرة وهو شيء أكثر من المعلومات التي لدينا الآن » .

وهنا قطع المحاورة رفيقنا روبرت Robert الذي كان يسير بجوارنا في صمت حتى الآن . كان لروبرت وجه نحيف قوى الملامح تعلوه الخصلات الكثيفة من الشعر الداكن ويبدو للوهلة الأولى وكأنه هاديء الطبع قليل الحديث . واني لأذكر أنه قلما اشترك في الأحاديث الصاخبة التي تصاحب عادة مثل هذه الرحلات . ولكن كلما أردنا الاستمتاع بقصيدة من الشعر في المساء داخل خيمتنا أو قبل وجباتنا الغذائية توجهنا إليه حيث لم يكن بيننا من له دراية بالشعر الألماني أو المؤلفات الفلسفية مثله . كان يلقي الشعر بيسر شديد ، بلا كلفة لغوية بحيث يصل مضمونه إلى أقلنا حبا للشعر . الطريقة التي يتحدث بها ، والهدوء المتصل الذي يعبر به يلزم بالخشوع . حتى كلماته كانت تبدو لنا جميعا وكأنها أكثر وزنا من كلمات الآخرين . حقا لقد كنا نعرف

---

(١) يقصد بها قدرة الذرة على الاتحاد بذرة أو ذرات أخرى Valenzelektron  
هو الاليكترون الموجود في المدار الخارجى لذرة ما . ويستخدم أحيانا في اللغة العربية مصطلح « المكافئ الكيميائي » للتعبير عن « القدرة الذرية » .



منه المدى البعيد لاهتمامه بدراسة الكتب الفلسفية الى جوار كتبنا المدرسية • لم يكن روبرت اذن راضيا عن سير المحاوره بينى وبين كورت ومن تم فقد انطلق قائلا :

روبرت : « يبدو ان معتقداتكم العلمية التى تعتمد بكل بساطة على التجريب قد أدت بكم الى الاعتقاد بأن الحقيقة قد صارت فعلا فى متناول أيديكم • ولكن اذا أمعنا النظر فيما يحدث حقا فى كل تجربة تجلى لنا ان الطريقة التى يتم بها ذلك قابلة للتنفيذ • ان ما تقولونه فى الواقع هو أفكاركم • من خلالها فقط تحصلون مباشرة على المعرفة ، ولكن الأفكار - كما هو بديهي - ليست كامنه فى الأشياء نفسها • انه من المسلم به أننا لا نستطيع ان ندرك « الأشياء » مباشرة ومن ثم يتحتم علينا أن نحولها أولا الى « تصورات » (Vorstellungen) ثم أخيرا نستخلص منها « المفاهيم » (Begriffe) المناسبة • ان ما يتدفق علينا من الخارج خلال عملية « الادراك الحسى » (Sinnliche Wahrnehmung) هو خليط غير منتظم من الانطباعات المختلفة التى ليس لها صلة مباشرة بالأشكال والصفات التى ندركها بعد ذلك • مثلا اذا رأينا مربعا فوق قصاصة من الورق فانه لن يتكون أى شئ من الهيكل المناظر لمربع فوق عيوننا أو فى خلايانا الحسية • فضلا عن ذلك فانه يتحتم علينا لا شعوريا مصاحبة « الانطباعات الحسية » بتصوّر ما وتحويلها الى صورة مليئة بالمعنى • فقط بواسطة هذا التحويل والتنسيق للانطباعات الفردية الى شئ مفهوم تتم عملية ادراكنا لها • ومن هنا ينبغى علينا أن نختبر أولا من أين أتت الصور الخاصة بتصوراتنا وكيف نستطيع التعبير عنها ، وما هى علاقاتها الفعلية بالأشياء ، وذلك قبل أن نطلق أحكامنا بكل هذه الثقة على تجاربنا • ذلك أن التصورات تسبق دائما التجارب بل انها تمثل الضمانات الرئيسية لها • »

هيزنبرج : « ألا تنبعث التصورات - تلك التى تفصلها بكل هذه الحدة عن موضوعات الادراك - نفسها من التجارب ؟ • لعل ذلك لا يتم بطريقة مباشرة ولكن بطريقة غير مباشرة ، مثلا بواسطة التكرار المستمر لمجموعات مماثلة من الانطباعات الحسية أو بواسطة العلاقات بين الشواهد الخاصة بالحواس المختلفة ؟ »

روبرت : « ان هذا لا يبدو لى بأى حال مؤكدا ، بل انه لا يبدو حتى

مفهوما . لقد كنت أقرأ منذ أيام كتابات الفيلسوف مالمبرانشي (١) (Malebranche) وهناك وجدت موضعاً يرتبط بالقضية التي نحن بصدددها . إن مالمبرانشي يفرق بين ثلاثة احتمالات لتكوين التصورات . الأول : هو ذلك الذي ذكرته أنت الآن ، أي أن المرئيات تكون التصورات مباشرة في العقل الانساني وذلك عن طريق الانطباعات الحسية . مثل هذا الرأي يرفضه مالمبرانشي ، وذلك لأن الانطباعات الحسية تختلف كيفياً عن الأشياء وايضاً عن التصورات الملازمة لها . الاحتمال الثاني هو أن العقل الانساني يملك التصورات من الأصل أو أنه بذاته يملك القوة على بناء التصورات وفي هذه الحالة يتذكر العقل عن طريق الانطباعات الحسية ما لديه من التصورات . أما الاحتمال الثالث وهو ما يتبناه مالمبرانشي فهو أن العقل الانساني يشترك مع « البصيرة الالهية » (göttliche Vernunft) انه على صلة بالاله (٢) (Gott) ومن ثم فإن قدرته على التصور تنبعث من الاله الذي منحه كل الصور والأفكار التي يمكنه بها أن ينسق ويفرق عقلياً بين كل الانطباعات الحسية .

عندئذ غطت علامات عدم الرضا كل وجه كورت وانطلق قائلاً :

كورت : « أنتم ، معشر الفلاسفة سرعان ما تنحون الى علم الأديان فكلما أصبح الأمر في موضع ما معضلاً تسمحون لظهور « المبهم الأكبر » (der grosse Unbekannte) الذي يقوم ذاتياً بحل كل المعضلات . ولكن ذلك لا يبدو مقنعاً لي الآن . عندما أثرت سؤالك توا . فأننى وددت أن أعرف كيف يتوصل العقل الانساني الى تصورات ، أقصد في العالم الواقعي الذي نعيش فيه فعلاً وليس في عالم خيالي آخر ؟ ذلك أن العقل والتصورات كائنان بالفعل في هذا العالم . اذا كنت لا ترغب في التسليم بأن التصورات تنبعث ببساطة من التجارب ، فانه يتحتم عليك أن تفسر كيفية امكانية أنها قد منحت للعقل الانساني منذ البدء . هل التصورات - أو على الأقل القدرة على بنائها - التي عن طريقها يتعرف الطفل على العالم تعد مثلاً شيئاً فطرياً ؟ اذا زعمت ذلك فانه يستدل عقلياً أن التصورات تعتمد على

(١) نيكول فرانس مالمبرانشي ، فيلسوف فرنسي ( ١٦٣٨/٨/٦ - ١٧١٥/١٠/١٣ )

من أتباع مدرسة ديكارت .

(٢) يرى المترجم أن كلمة Gott في الألمانية ، God في الانجليزية ، Deus

في اللاتينية تناظر كلمة الاله في لغتنا .



تجارب الأجيال السابقة • وهنا فأننى أستطيع القول أنه ما اذا كانت التجارب المدعاة هي تجارب الانسان بذاته أو تجارب الأجيال السابقة له ، ذلك لا يبدو مهما لى •

**روبرت :** « لا ، اننى أقصد هذا حتما • ذلك أنه — من ناحية ما — من المشكوك فيه أصلاً أن العلم المكتسب ، أو نتائج التجارب ، يمكن ارثه • ومن ناحية أخرى ، فإنه من الممكن أيضاً التعبير عما يعنيه مالىبرانشى دون الاستعانة بعلم الأديان ، وبالتالي قد يتوافق هذا مع علمكم الحالى • دعنى أحاول ذلك الآن • لعل مالىبرانشى يود أن يقول : ان « النزعات » (Tendenzen) ذاتها المسئولة عن التنظيم المراثى لهذا العالم والمسئولة عن القوانين الطبيعية وعن خلق العناصر الكيميائية وخواصها وعن بناء البلورات وعن بعث الحياة وما عدا ذلك ، هي نفس النزعات المسئولة عن خلق العقل الانسانى والنشطة فيه وهى التى تجعل التصورات مناظرة للأشياء وتمهد لامكانية التفرقة العقلية بينها • انها المسئولة عن كل « التركيبات » (Strukturen) الموجودة والتى تنقسم بعد ذلك الى « موضوعية » (objectiv) — « الشئ » (das Ding) — و « ذاتية » (Subjectiv) — « التصور » (die Vorstellung) بعد أن نعتبرها من جانبنا الانسانى وبعد أن تثبت فى عقولنا •

لقد عنى الجزء من مبدأ مالىبرانشى الخاص بالرأى المقبول من علمكم — أى أن التصورات تستند الى التجارب — بأن القدرة على بناء التصورات قد نشأ فى مراحل التطور المختلفة عن طريق العلاقة بين الأعضاء (Organismen) والعالم الخارجى (die aussere Welt) • ولكن مالىبرانشى يؤكد فى نفس اللحظة على أن ذلك يرتبط بمجموعة من العلاقات (Zusammenhänge) التى لا يمكن ببساطة تفسيرها من خلال سلسلة من العمليات الأولية المعضلة منذ البدء • ان ثمة اذن — كما هو الحال فى خلق البلورة أو المخلوقات الحية — تركيبات راقية ذات « صفات ملازمة » (morphologische characters) تؤثر فى هذه الحالة ولا يمكن تفسيرها بوضوح عن طريق مفهومى « العلة » (Ursaine) أو « الفعل » (Wirkung) • واذن فان قضية ما اذا كانت التجربة سابقة للتصور أو العكس تبدو وكأنها ليست أكثر تعقلاً من القضية القديمة عما اذا كانت الدجاجة تسبق البيض أو العكس •

وبالرغم من كل هذا فأننى لم أرغب فى الاضرار بحديثكم حول الذرات • كل ما أردته هو التحذير فقط من الحديث ببساطة عن التجربة

اثناء تناولكم لهذا الموضوع • ذلك أنه من المحتمل أن تكون الذرات -  
التي لا يمكن النظر اليها مباشرة - ليست أشياء بسيطة ولكنها تنتمي الى  
مجموعة « التركيبات البدائية » (fundamentalere Strukturen)  
التي لا يمكن لديها الفصل بين التصورات والشئ ذاته • بالطبع فانه  
لا يمكن أخذ الخطافات والحلقات في الكتاب المدرسي مأخذا جادا ، وذلك  
يعتبر سارى المفعول على كل صور الذرات التي توجد من آن لآخر في  
الكتابات العامة مثل هذه الصورة - التي أعدت في الأصل لتسهيل عملية  
الفهم - تزيد الموقف غموضا • اننى أعتقد أنه علينا أن نلزم الحذر  
بالنسبة لمصطلح « شكل الذرة » الذى ذكرته أنت منذ لحظات • فقط  
عندما تأخذ فى الاعتبار المعنى العام لكلمة « شكل » - كما هو الحال فى  
كلمة « تركيب » التي استخدمتها سالفا - فانه يمكننى التوافق بعض  
الشئ مع هذا المصطلح •

عند هذا المنعطف من محاورتنا تذكرت فجأة موضوعا قرأته فى العام  
السابق كان قد استأثر على كل اهتمامى آنذاك بالرغم من أنه قد ظل  
مبهما بالنسبة لى فى كثير من أجزائه • كان ذلك يدور حول محاوره  
أفلاطون (١) المسماة « تيمايوس » (Timaios) التي يدور فيها الفيلسوف  
حول الجزء الأصغر من المادة •

هكذا بدا لى مفهوما لأول مرة من خلال كلمات روبرت - حتى وان  
كان ذلك بطريقة غير كاملة الواضح - ان الانسان يستطيع أن يصل عن  
طريق الأجزاء الصغيرة للمادة الى تلك التركيبات الفكرية المعقدة والغريبة،  
تماما كتلك التركيبات التي تعرفت عليها فى محاوره تيمايوس  
الأفلاطونية • لم يكن ذلك لأن هذه التركيبات - التي كنت قد اعتبرتها  
فى أول الأمر مدعاة للسخرية - قد بدت فجأة معقولة ولكن لأننى رأيت  
فى هذه اللحظة لأول مرة الطريق أمامى الذى يؤدي - ولو من الناحية  
المبدئية - الى مثل هذه التركيبات • لكى أفسر كيف أن ذكرياتى عن  
تيمايوس قد غدت فى هذه اللحظات ذات أهمية فائقة ، يلزمنى التطرق  
الى الظروف الغريبة التي قمت أثناءها بقراءة هذه المحاوره •

فى ربيع سنة ١٩١٩ اجتاحت ميونخ الأوضاع الفوضوية • كان  
إطلاق النار يتم فى الشوارع دون أن نعرف من يقاتل ضد من • السلطة  
الحكومية تبدلت بأسماء وسلطات ليست معروفة لنا • السلب والنهب -

---

(١) Plato شاعر وفيلسوف اغريقى ولد فى أثينا فى عام ٤٢٧ قبل الميلاد

ومات فى عام ٣٤٧ ق.م •



الذين عانيت شخصيا من آثارهما - كانا قد أدى الى الاعتقاد بأن الجمهورية الشيوعية مرادف للأوضاع الفاسدة . وهكذا فانه عندما تكونت أخيرا خارج ميونخ جمهورية بافاريا أخرى ووكلت لقواتها عملية احتلال المدينة صار أملنا موجهها الى أن تعيد هذه الجمهورية الأوضاع الى مسارها الصحيح . تولى والد صديقي - الذى عاونته فى واجباته المدرسية - قيادة تجمع الفدائيين بعملية احتلال ميونخ . لقد أمرنا - نحن أصدقاء ابنه الأكبر سنا - العمل كمجموعة دفاع مدنى لتعزيد مؤخرة القوات المحاربة . وعليه فقد انتظمنا فى مجموعة تدعى « فرقة الرعاية الشرفية » التى كان مركز تجمعها يقع فى مقر الحلقة العلمية للرهبان أمام مبنى الجامعة فى شارع لودفيج . فى هذا المكان خدمنا وهناك خضنا مغامرات بلا حدود . لقد تحررنا مرة أخرى من المدرسة وأردنا استغلال تلك الحرية لمعرفة العالم من ناحية جديدة .

لقد زودت هذه الأيام الصعبة مجموعة الأصدقاء التى رحلت معها عاما بعد ذلك بجوار بحيرة شتارنبرج بالمبادئ الأساسية لترايطهما . لم تستمر تلك الحياة المليئة بالمغامرات الا بضعة أسابيع قليلة ، تلتها - بعد انتهاء القتال - الأعمال الرتيبة التى اقتضت بالنسبة لى على الخدمة فى مركز التليفونات .

وأذكر أننى لكى أستعد مرة أخرى للمدرسة كنت قد عزلت نفسى فوق سطح مقر الحلقة العلمية للرهبان ومعنى واجبى المدرسى فى اللغة اليونانية حول المحاور الأفلاطونية . واذن فقد كنت أتابع بهدوء دراستى فوق السطح مع أشعة الشمس الدافئة ، وفى الليل أقوم بمراقبة الحياة السااهرة فى شارع لودفيج . ربما حدث فى مثل هذا الصباح حيث أشعة الشمس المشرقة تسقط فوق واجهة مبنى الجامعة وتختلط سلوكها الذهبية مع المياه المنبعثة من النافورة الواقعة أمامها حين وقع نظرى على محسورة « تيمايوس » بل وبالتحديد على الموضوع الذى يتناول قضية « الجزء الأصغر » من المادة . لعل هذا الموضوع قد جذبنى اليه لأنه كان من الصعب ترجمته أو لأنه كان يدور حول المسائل الرياضية التى حازت على اهتمامى دائما . لا أعرف الآن الأسباب التى كرسيت من أجلها كل عملى فى هذا الجزء من النص ، ولكن كل ما أعرفه هو أن كل ما قرأته هناك بدى لى سخيلا ومضحكا . لقد راعنى هناك الزعم القائل بأن « الأجزاء الصغرى » للمادة توجد على شكل « مثلثات قائمة الزاوية » يتحد كل زوجين منها لتكوين « مثلثات متساوية الأضلاع » أو « مربعات » ثم يؤدى ذلك الى تكوين « الجسيمات القياسية » ذات التركيب الموضوعى التى توجد على شكل « مكعب » ، « مجسم رباعي الأوجه » ، « مجسم ثمانى

الأوجه « أو « مجسم عشرينى الأوجه » وهذه الجسيمات الأربعة تمثل الوحدات الأساسية للعناصر الأربعة « الأرض » - « النار » - « الهواء » و « الماء » . غير انه لم يكن واضحا بالنسبة لى ما اذا كانت « الجسيمات القياسية » تمثل فقط رموزا للعناصر المناظرة ، كأن يكون « المكعب » بالنظر الى « عنصر الأرض » ممثلا للتماسك والثبات فى هذا العنصر ، أو أن الأجزاء الصغرى لهذه العناصر تعتبر فعلا مكعبة الشكل . بالتأمل فى مثل هذه التصورات فقد اعتبرت أنها ارهاصات جامعة ترجع أكثر الظن الى نقص المعارف التجريبية لدى الاغريق . ومع ذلك فقد أرقنى بشدة أن فيلسوفا مثل أفلاطون - بقدرته الشديدة على التفكير النقدي الحاد - قد سقط فى مثل هذه الارهاصات . لقد حاولت جاهدا ايجاد أى من الأسباب المنطقية لجعل ارهاصات أفلاطون أكثر تقبلا لى ولكننى لم أستطع التوصل الى شيء ما . لقد فتننى وحسب أن الانسان يمكن أن يصل عن طريق « الأجزاء الصغرى » للمادة الى علاقات رياضية ، وأن فهم أى شيء عن تركيب الظواهر الطبيعية يتم فقط عن طريق اكتشاف المعادلات الرياضية المعبرة عنها . ولكن السبب الذى أدى بأفلاطون الى اقتراح « الجسيمات القياسية » ظل مبهما لى بل وانه بدا وكأنه لا يستحق التفسير . وبالرغم من ذلك فقد لازمتنى حالة الأرق .

ربما كانت النتيجة الهامة لهذه الدراسة هى الاقتناع بأنه لفهم الكون لا بد من معرفة بعض الشيء عن « أجزائه الصغرى » . لقد علمتنى كتبى المدرسية وبعض القراءات العامة أن العلم الحديث يقوم على الأبحاث الذرية - واذن فلعلنى أستطيع . مستقبلا فى دراستى الجامعية الدخول فى هذا العالم . هكذا كان شعورى آنذاك أصبح فيما بعد حقيقة واقعة . استمرت حالة القلق بعد ذلك فترة طويلة بل وأصبحت بالنسبة لى جزءا من حالة عدم الاستقرار التى انتابت الشباب الألمانى كله . اذا كان فيلسوفا من طبقة أفلاطون قد اعتقد فى نظم التفسير للظواهر الطبيعية كتلك التى فقدت صحتها بل وكل دعائمها الآن ، فما الذى تعنيه اذن كلمة « نظام » ؟ هل يرتبط كل نظام ومفهومه بزمان معين ؟ لقد ترعرعنا مثلا فى عالم بدا منظما لنا فتعلمنا من آبائنا الفضيلة التقليدية التى تعتبر أساسا لحفظ هذا النظام . لقد قيل لنا انه من المهم جدا فى لحظة معينة التضحية بالروح من أجل حماية هذا الوطن المنظم ، كان ذلك معروفا لدى الاغريق والرومان ولم يبد لنا وكأنه شيئا خارقا للعادة . بل ان موت الكثير من أصدقائنا وأقاربنا فى الحرب علمنا أن العالم موات هكذا . لكن المأساة تجلت عندما خرج كثيرون من الناس بعد الحرب مباشرة يقولون ان الحرب فى ذاتها كانت اثما بل وكانت اثما من الطبقة



القيادية التي أحست بمسئوليتها عن حفظ النظام الأوربي التقليدي وتبنت ترسيخه أيضا حيثما تصادم مع التطلعات المخالفة . لقد تحطم التركيب السياسى القديم لأوربا بعد هزيمة ألمانيا وبالطبع لم يكن ذلك شيئا غريبا ، فحيثما توجد حرب توجد هزائم ، ولكن هل أدت الهزيمة الى جعل كل القيم المميزة للتركيب السابق محل تساؤل ؟ أو كانوا أولئك الذين ضحوا بأنفسهم فوق شوارع ميونخ على صواب عندما عارضوا اقامة نظام على الطراز القديم واقتروا بدلا منه اعلان نظام مستقبلى لا يتضمن أمة بذاتها بل العالم بأسره ، بالرغم من أن أغلبية العالم خارج ألمانيا لم ترغب ولم تفكر فى انشاء مثل هذا النظام ؟ لقد تطاحت كل هذه الاسئلة المحيرة فى رؤوس الشباب الألمانى ولم يتمكن شيوخننا من تزويده باجابات شافية عليها .

لقد مرت فى الفترة بين قراءتى « لتيمايوس » والرحلة فوق المرتفعات المجاورة لبحيرة شتارنبرج بحادثة أخرى كان لها أثر عظيم فى تفكيرى بعد ذلك ويتحتم على الآن ذكر وقائعها قبل الرجوع الى الحديث عن عالم الذرة .

بعد اشهر قليلة من احتلال ميونخ انسحبت القوات من المدينة وعدنا الى المدرسة مرة أخرى دون أن نفكر فى جدوى ما نفعله . وفى عصر يوم ما استوقفنى شاب لا أعرفه أثناء سيرى فى شارع ليوبولد وبادرنى قائلا : « هل تعرف أن الشباب سيجتمع فى الاسبوع القادم . فى قلعة « برون » (Prun) ؟ اننا جميعا نريد الذهاب الى هناك وربما نرغب فى الانضمام اليها . يجب أن نحضر جميعا . اننا نريد أخيرا أن نتدبر بأنفسنا كيف يجب أن يسير كل شيء » .

كان لصوت هذا الشاب رنين لم أكن قد عهده من قبل . ومن هنا فقد قررت السفر الى قلعة « برون » بصحبة صديقى كورت . وصلنا بعد رحلة طويلة بالقطار - الذى قلما سار فى ذلك الحين - الى « وادى الطاحونة القديم » (Altmühl) الذى يناظر مرفقا للتقاسيم الجيولوجية القديمة « وادى الدانوب » . غير أن الطاحونة القديمة قد أمنت فى حفره حسب القوانين الفرائكية وكللت الوادى الرائع - كما هو الحال فى وادى الراين - بالحصون القديمة فى كل مكان . قطعنا الكيلو مترات الأخيرة المؤدية الى قلعة « برون » سيرا على الأقدام وما ان اقتربنا حتى رأينا الشباب يتجه من كل فج الى الحصن العالى الذى بنى بجسارة فوق الجرف الصخرى الهاوى على حافة الوادى . فى فناء القلعة الذى يتوسطه ينبوع الماء اليدوى تجمعت فرق كبيرة من الشباب بدا

أغلبهم من التلاميذ وبعضهم من الجنود الذين تحملوا فجيعة الحرب وعادوا بعدها الى عالم كل ما فيه قد تغير . لقد أقيمت خطب كثيرة في موضوعات تكاد تثير اليوم تعجبنا ، منها ما يدور حول قضية ما اذا كان مصير شعبنا أهم لنا أو مصير العالم ، أو ما اذا كانت التضحية الكبرى لشهداءنا قد فقدت كل مغزاها خلال الهزيمة ، ومنها ما ينادى بأن من حق الشباب تنظيم حياتهم بأنفسهم وفقا لقيمهم الخاصة ، ومنها ما يتناول قضية ما اذا كان الصدق الداخلى للانسان أهم من الهياكل القديمة التى هيمنت على حياته لمئات السنين . كل هذه الموضوعات كانت محمل حديث ونقاش شديدين .

لقد كنت متشككا في قدرتي على الخوض في مثل هذه المجادلات ولكنى أطرقت السمع لها جيدا بينما أخذنى التفكير العميق فيا تقوله كل مجموعة . وعندئذ بدا لى أن الارتباك في مضامين الخطب يؤكد أنه حتى النظم الحقيقية يمكن أن تكون في تضاد ومن هنا فان الصراع بينها يؤدي الى حالة من عدم النظام . لكن ذلك يعد في تقديري ممكنا فقط اذا كانت تلك النظم تمثل تكوينات جزئية أو أجزاء فصلت نفسها من اتحاد النظام المركزى ولم تفقد قدرتها التكوينية من خلال ذلك بل فقدت توجهها الى الوسط . لقد كان عدم تواجد الوسط القوى المنظم مرهقا لى كلما أطلت الاستماع الى تلك الخطب بل انه كاد أن يقضى على كل قوى . ولكننى أقر هنا أيضا اننى شخصا لم أكن قادرا على ايجاد الطريق الى مثل هذا الوسط خلال كل هذه الآراء الكثيفة المتنازعة . هكذا مضت الساعات بينما استمرت الخطب والمشادات الكلامية وبدأ الظل ينتشر فوق فناء الحصن ثم تلى النهار الحار غروب ملبد بالسحب الداكنة بعدها استمتعنا بليلة قمرية رائعة امتد الحديث بعد ذلك أيضا حتى ظهر فجأة فى شرفة القلعة شاب ممسك بآلة الكمان وهنا خيم الصمت فجأة وانطلقت معزوفة « أكورادى دو خاكوننى من مقام - أ الكبير » للموسيقار باخ (١) . هكذا صار الوصول الى الوسط الهادى غير مشكوك فيه كان من الممكن أن تكون الطاحونة القديمة التى كستها أضواء القمر الزاهية مبعثا للفتنة الرومانسية ولكن الحال لم يكن كذلك . لقد رنت المقاطع الصافية للخاكوننى وكأنها ريح باردة تمزق الضباب وتجعل التضاريس الحادة خلفه واضحة المعالم . ربما يمكن الآن الحديث عن منطقة الوسط لقد كان ذلك ميسرا فى كل زمان ، عند أفلاطون وعند باخ

---

(١) Johann Sebastian Bach ( ١٦٨٥/٣/٢١ - ١٧٥٠/٧/٢٨ ) .



فى لغة الموسيقى أو الفلسفة أو الدين ومن هنا فلابد وأن يكون ممكنا الآن  
وفى المستقبل أيضا •

تلك كانت التجربة والدرس بعد كل هذا •

قضينا الجزء الباقي من الليل بجوار مستوقد للتدفئة ثم فى خيام  
نصبناها فوق الحقول الخضراء القريبة من أعالي القلعة كما تيسر لنا  
الحصول على حجرة هادئة من خشب البلوط • انضم عازف الكمان -  
وهو طالب جامعى - الى مجموعتنا وأخذ يعزف لنا مقطوعات لموتسارت (١)،  
وبيتهوفن (٢) بالإضافة الى الألحان الشعبية الهادئة وحاولت من جانبى  
مصاحبته بجيتارى • ومن حديثنا معه ثبت لنا أنه صديق مرح لا يدع  
مجالا لنقد طريقة القائه الحافلة لمقطوعة باخ وعندما حدث ذلك من أحدنا  
رد عليه بقفشة ساخرة •

لقد غمر النسيان أحداث تلك الليلة ورحلنا بعدها الى المرتفعات  
المجاورة لبحيرة شتارنبرج حيث كانت محاورتنا حول عالم الذرات وحيث  
أظهرت ملاحظة روبرت حول فلسفة مالىبرانشى أن تجاربنا عن الذرات  
يجب أن تكون غير مباشرة وأن الذرات ليست أشياء • ربما كان هذا  
أيضا ما رمى اليه أفلاطون فى « تيمايوس » وبذلك تصبح ارمصاصاته حول  
« الجسيمات القياسية » مفهومة على نحو ما • بالمثل فانه عندما يتحدث  
العلم الحديث عن أشكال الذرات ، فانه يجب اعتبار كلمة « شكل »  
بمفهومها العام ، أى كتركيب فى « الحيز » (٣) (Raum) « والزمان »  
(Zeit) أو « كصفات تماثل » (Symmetrie eigenschaften) لقوى معينة ،  
أو كاحتمالية للاتحاد بذرات أخرى • مثل هذه التركيبات لا يمكن  
وصفها ظاهريا ، وذلك لأنها لا تنتمى الى « العالم الموضوعى للأشياء »  
(die objective Welt der Dinge) ولكن ربما يمكن التعبير عنها رياضيا •

لقد أردت معرفة المزيد عن الجانب الفلسفى لقضية الذرات فذكرت  
أمام روبرت النص فى « تيمايوس » الافلاطونية • ثم سألته بعد ذلك  
ما اذا كان يتفق مع رأى القائل بأن كل الاشياء المادية تتكون من ذرات

---

(١) Wolfgang Amadeus Mozart ( ١٧٥٦/١/٢٧ - ١٧٩١/١٢/٥ ) •

(٢) Ludwig Van Beethoven ( ١٧٧٠/١٢/١٧ - ١٨٢٧/٣/٢٦ ) •

(٣) يرى المترجم أن كلمة Raum بالألمانية ، أو Space بالانجليزية ،  
يمكن أن ترادف كلمات فضاء - فراغ - حيز فى لغتنا • غير أن كلمة حيز تعتبر أكثر  
قربا لاستعمال الكلمتين الأجانبين فى مجال النظرية النسبية ، بالرغم من أن مفهومها فى  
الفيزياء والفلك هو خليط من الكلمات الثلاثة

أو بمعنى آخر أن نمة « أجزاء صغيرة » - تدعى « ذرات » - يمكن تحليل كل المواد إليها . وهنا لاحظت أن روبرت لديه ارتياح شديد ضد كل عالم المصطلحات الخاصة بالتركيب الذري للمادة وانطلق قائلا :

**روبرت :** « ان مثل هذا السؤال يبدو غريبا جدا لي . انه يأخذني الى عالم بعيد عن واقعنا المباشر . اننى أشعر أن عالم الانسان وعوالم البحار والغابات أكثر قربا لي من عالم الذرات . ولكن بالطبع يمكن للانسان أن يتساءل عما يحدث اذا حاول تفتيت المادة باستمرار الى أجزاء أصغر فأصغر ، كما يتساءل الانسان مثلا عن وجود حياة فوق النجوم والكواكب التى تبعد مسافات طويلة عن مجموعتنا الشمسية . مثل هذه الأسئلة تبدو مقلقة لي بل لعل لا أتطلع لمعرفة الاجابة عليها اطلاقا . اننى اعتقد أنه لدينا الكثير من الواجبات فى عالمنا هذا التى تعتبر أكثر أهمية من اثارة مثل هذه الاسئلة » .

**هيزنبرج :** « اننى لا أرغب فى الحديث معك حول أفضلية الواجبات المختلفة للانسان . لقد كان العلم وما يزال من الاعمال المحببة الى نفسى ، كما اننى أعرف أن هناك كثيرا من الناس الجادين قد وجهوا كل اهتماماتهم نحو التوصل الى مزيد من المعرفة حول الطبيعة وقوانينها . ربما يكون نجاح هؤلاء الناس مفيدا بالنسبة للمجموعة البشرية ، ولكن ذلك على أى حال ليس محل اهتمامى الآن . ما يؤرقنى هو ما يلى : انه من الظاهر - وهذا ما رددته كورت منذ قليل - أن تطور العلم والتكنولوجيا قد وصلا الى المرحلة التى يستطيع الانسان عندها مباشرة رؤية الذرات الفردية أو على الأقل تأثير هذه الذرات أو - لنقل - يستطيع عندها اجراء تجارب عملية بالذرات » .

بالطبع فان ما نعرفه بهذا الصدد مازال قليلا لأننا لم نتعلمه بعد ولكن اذا سلمنا بهذا ، فما هى العلاقة بينه وبين آرائك ؟ وما الذى تستطيع قوله من وجهة نظر « مالىبراشى » بهذا الصدد ؟ » .

**روبرت :** « ربما سأتوقع أن الذرات تتصرف بطريقة مختلفة عن الاشياء التى تخضع لتجاربنا اليومية . أو لعل سأفكر أنه بمحاولتنا المستمرة فى تفتيت المادة سوف نصطدم فى لحظة ما « بلااستمرارية » (Unstetigkeit) يجب علينا عندها اعتبار وجود تكوين لبى المادة . ولكن ربما سأخمن أن هذا التكوين لا يحتمل التثبيت الموضوعى فى صور يمكن تصورها ، بل أقرب من ذلك فى



نوع من التعبير الرمزي للقوانين الطبيعية الخاصة به ، ولكن هذا التكوين على أى حال ليس شيئا » .

هيزنبرج : « وماذا اذا استطاع الانسان رؤية الذرات مباشرة ؟ » .

روبرت : « لن يستطيع الانسان رؤيتها ولكن ربما رأى تأثيرها فقط » .

هيزنبرج : « ان ما تقوله يعد حجة باطلة . ذلك ان هذا هو الحال تماما بالنسبة لكل الأشياء الأخرى فى عالمنا الواقعى . حتى فى حالة القطرة مثلا فانك ترى دائما فقط أشعة الضوء التى تخرج من جسمها أو بمعنى آخر فانك ترى تأثير القطرة وليس القطرة نفسها ، وحتى عندما تلمس شعرها فان ذلك لا يعد شيئا آخر » .

روبرت : « نعم ! انك هنا لست محقا . اننى استطيع مشاهدة القطرة مباشرة ، لأننى هنا استطيع ، بل ويتحتم على ، تحويل « الانطباعات الحسية » الى « تصورات » . فى حالة القطرة يتواجد فى نفس اللحظة الاثنان : « الجانب الموضوعى » (objective Seite) « والجانب الذاتى » (Subjective Seite) للقطرة ( أو بمعنى آخر القطرة « كشيء » (als Ding) والقطرة « كتصور » (als Vorstellung) ولكن الحال ليس كذلك فى الذرات . هنا لا ينفصل « التصور » عن « الشيء » ذلك لأن الذرة فى الواقع ليست أيا منهما » .

وهنا تدخل كورت قائلا :

كورت : « يبدو لى أن حديثكم قد صار أكاديميا . انكم تنغمسون فى الارهاصات الفلسفية ، بينما علينا أن نسأل عن التجربة . لعل دراستنا فى المستقبل تقودنا الى التجريب العملى حول الذرات أو بالذرات ، عندئذ سوف نعرف ما هى الذرات وربما سنتعلم أنها واقعية وحقيقية تماما مثل الأشياء الأخرى التى يمكن أن نجرى عليها تجارب عملية . واذا كان حقيقيا أن كل الأشياء المادية تتكون من ذرات ، فانه يتحتم كذلك أن تكون الذرات أشياء واقعية وحقيقية » .

روبرت : « لا ، ان هذه النتيجة تبدو لى قابلة للتنفيذ . ذلك أنه بالقياس يمكنك القول : لأن كل الكائنات الحية تتكون من ذرات فان الذرات ذاتها حية كذلك ، وهذا يبدو سخيفا حقا . فقط فان ارتباط ذرات كثيرة فى شكل تكوينات أكبر يعطى هذه التكوينات الكيفيات والصفات التى تميزها كأشياء » .

كورت : « اذن فانك تصر على أن الذرات ليست واقعية وحقيقية » .

روبرت : « انك تبالح مرة أخرى ! ربما يكون من غير المهم في هذا الصدد السؤال عما نعرفه عن الذرات ولكن السؤال المختلف تماما عما تعنيه الكلمتان « واقعية » و « حقيقة » . لقد ذكرنا قبل لحظات النص في « تيمايوس » وقلنا أن أفلاطون قد تعرف على « الأجزاء الصغرى » عن طريق أشكال رياضية تدعى « الجسيمات القياسية » . حتى وان كان ذلك ليس صحيحا ، لأن أفلاطون لم تكن لديه تجارب حول الذرات ، فانه مازال من الممكن اعتباره محتملا . هل يجب علينا عندئذ أن نعتبر هذه الاشكال « واقعية » و « حقيقية » ؟ . اذا كانت هذه الاشكال تعبيرا عن القوانين الطبيعية ، أو بمعنى آخر تعبيرا عن النظام المركزى للحدث المصادى ، فيتحتم علينا اعتبارها « واقعية » ، وذلك لأن هناك تأثيرات معينة تنبع منها . ولكننا لا نستطيع أن نقر بأنها « حقيقية » لأنها بالطبع ليست « شيئا » (1) أو ليست « موضوعا » (Sache) اننا هنا لا نستطيع التحقق عن كيفية استخدام الكلمات الملائمة في هذا الصدد ، وذلك لا يبدو غريبا لأننا قد ابتعدنا كثيرا عن مجال تجاربنا المباشرة التى بناء عليها تكونت لغتنا فى ما قبل التاريخ » .

كورت : « بالرغم من ذلك فأننى أفضل ترك القرار حول هذا الموضوع للتجربة . اننى لا أستطيع تصور أن الخيال الانسانى كاف لتخمين العلاقات بين « الأجزاء الصغرى » للمادة ، اذا لم يسبق هذا أن توفرت لدينا الثقة بعالم هذه « الأجزاء الصغرى » عن طريق التجارب المفصلة حولها . فقط عندما يتم هذا بدقة كاملة وبلا آراء مسبقة ، فانه يمكن التوصل الى المفاهيم الحقيقية بهذا الصدد . ولذلك فأننى أقصر هنا بارتياح شديد ضد المناقشات الفلسفية المطولة حول هذا الموضوع المعقد . لأن هذه المناقشات تؤدي بسهولة الى تكوين الأحكام المسبقة التى من شأنها تعقيد عملية فهم هذا العالم بدلا من تسهيلها . اننى أتمنى اذن أن ينشغل العلماء فى المستقبل بالذرات قبل الفلسفة » .

وهنا كان قد نفذ صبر أصدقائنا الآخرين فى الرحلة وصاح أحدهما

---

(1) كلمة لاتينية .



قائلا « ألا ترغبون أخيرا في التوقف عن هذا العبث المبهم الذي لا يفهمه أى  
إنسان • إذا أردتم الاستعداد لامتحاناتكم ، فلتقوموا بهذا فى منازلكم •  
ماذا لو غنيينا ؟ » • هكذا اتفقنا أخيرا واختلطت نبرات أصواتنا الشابة  
الصاخبة وبدأت معها ألوان الحشائش وورودها المتفتحة أكثر واقعية  
من الأفكار حول الذرات وبدأ لنا وكأننا نعيش حلما رائعا تركنا أنفسنا  
للاستمتاع به • »

## ٢ - قرار دراسة الفيزياء

( ١٩٢٠ )

انفصلت المرحلة المدرسية في حياتي عن الدراسة الجامعية بفواصل حاد . فقد أصابتني الحمى بعد رحلة قمت بها بعد الامتحانات الخاصة بنهاية المرحلة الثانوية في فرانكلينلاند مع نفس مجموعة الأصدقاء الذين تحدثت معهم في ذلك الربيع المنصرم بجوار بحيرة شتارنبرج حول عالم الذرة . فقد لازمت الفراش لأسابيع طويلة وصرت في فترة الراحة التالية لمرضى وحيدا مع كتيبي . وقعت يدي في هذه الشهور الحرجة على كتاب لهرمان فايل (١) (Hermann Weyl) جذبني اليه بشدة ، بالرغم من عدم قدرتي على استيعاب كل محتواه . لقد أعطى عالم الرياضيات هيرمان فايل في كتابه « الحيز - الزمان - المادة » (Raum-Zeit-Materie) تمثيلا رياضيا رائعا لمبادئ النظرية النسبية لاينشتين (٢) . ورأيتني مشغولا بالعمليات الرياضية المعقدة هناك وخصوصا بعملية ادراك خلفية البناء الفكري المجرد للنظرية النسبية . وهنا أصابتني حالة من القلق الشديد عقدت قراري السابق بدراسة الرياضيات في جامعة ميونخ .

---

(١) ولد عام ١٨٨٥ - مات في عام ١٩٥٥ .

(٢) Albert Einstein . ( ١٨٧٩/٣/١٤ - ١٩٥٥/٤/١٨ ) .



فى الأيام الأولى لدراستى الجامعية حدث تحول مفاجئ غريب فى حياتى ربما يكون من المهم الحديث عنه الآن باختصار . لقد استطاع والدى - الذى كان يعمل محاضرا للغة اليونانية فى العصور الوسطى والحديثة فى جامعة ميونخ - أن ينظم لقاء بين أستاذ الرياضيات لينديمان (1) (Lindemann) - الذى أصبح مشهورا خلال بحثه الحاسم للمعضلة القديمة حول « رباعية الدائرة » (Quadrature des Zirkels) وبينى . كنت أود استئذان لينديمان فى الانضمام الى حلقة العلمية التى اعتقدت أننى قد أعددت لها من خلال قراءتى الرياضية بجانب دراستى المدرسية .

وهكذا فقد ذهبت الى لينديمان لزيارته فى الدور الأول بمبنى الجامعة حيث كان يعمل هناك فى الادارة الخاصة بشئون الطلبة . دخلت الى حجرته المظلمة ذات الطراز العتيق الذى أثار للوهلة الأولى لدى الشعور بالانقباض وقبل أن أبدأ الحديث معه لاحظت أن كلبا صغيرا أسود يجلس فوق منضدة صغيرة مجاورة لمكتبه فتذكرت على التو الكلب الذى كان موجودا فى حجرة دراسة « فاوست » (2) (Faust) . نظر الكلب الى بامتعاض شديد لم أعهد من قبل . ربما اعتبرنى من أولئك المتطفلين الذين لا يرغبون الا فى إثارة القلق لسيدة العجوز . بعد فترة وجيزة من الارتباك بدأت فى التقديم لطلبى للأستاذ شيئا فشيئا ثم لاحظت كيف أن رغبتى كانت غير متوازنة ولعل ليندمان - الرجل ذا اللحية البيضاء الذى بدا عليه الارهاق الشديد - قد لاحظ عدم توازنى هذا فانتابه قليل من الغضب . وربما كان ذلك أيضا هو السبب فى أن انطلق الكلب ينبع بطريقة مزعجة لقد حاول سيده أن يهدئ من روعه لكنه بدلا من ذلك ساهم فى تصعيد غضبه الذى ظل يعمل حتى صار الحديث غير ممكن . وهنا سألنى لينديمان عن الكتب التى قرأتها فى الآونة الأخيرة فذكرت له كتاب هيرمان فايل « الحيز - الزمان - المادة » . تحت ضغط التصرف الشاذ لكلب حراسته الأسود أنهى لينديمان الحديث فجأة بقوله « بهذا فإنك تعتبر على أى حال فاسدا بالنسبة لدراسة الرياضيات ! » بهذه النتيجة خرجت من حجرته ولم يعد بعدها ممكنا الاستمرار فى دراسة الرياضيات . بعد مشاورات مع والدى الذى بدا وكأنه قد انخدع بقرارى هذا توصلنا الى حل مقتضاه أننى يجب أن أحاول فى مجال الفيزياء

(1) ولد عام ١٨٥٢ مات فى عام ١٩٣٩ .

(2) مسرحية من جزئين للكاتب الألمانى جوتى J. W. Von Goethe ( ١٧٤٩/٨/٢٨ -

١٨٣٢/٣/٢٣ ) .

الرياضية (Mathematische Physik) وعليه فقد نظمت زيارة لزومر فيلد ،  
(Sommerfeld) (١) الذى كان يمثل فى ذلك الحين تخصص الفيزياء  
النظرية فى جامعة ميونخ والذى كان علما بارزا فيها خصوصا لكونه  
صديقا للطلبة . استقبلنى زومر فيلد فى حجرتة المضيئة التى يمكن من  
نافذتها مشاهدة الطلبة الجالسين فوق الأرائك فى فناء الجامعة . كان  
زومر فيلد قصير القامة ذا شارب أسود طويل ، جسور الملامح يعطى  
للوهلة الأولى انطبعا حادا . ولكن من خلال الكلمات الأولى معه تجلت لى  
روعة الحديث اليه وقدرته على بث الأمنيات الطيبة لشباب جاءه بحثا عن  
نصيحة وإرشاد . تناول الحديث هنا أيضا قراءاتى المصاحبة لدراساتى  
المدرسية فى فرع الرياضيات وخصوصا كتاب هيرمان فايل عن « الحيز  
– الزمان – المادة » ولكن تصرف زومر فيلد كان مختلفا تماما عن تصرف  
لينديمان ، وانطلق قائلا .

**زومر فيلد :** « انك طموح جدا ، ولكن بالطبع لا يجب عليك أن تبدأ  
بالصعب أولا معتقدا أن السهل سيتيسر لك ببساطة . اننى أقدر  
أنك قد فتنت بمجموعة القضايا الخاصة بالنظرية النسبية كما ان  
الفيزياء الحديثة تدق فى مواضع كثيرة منها – حيث أصبحت بعض  
المبادئ الأساسية الفلسفية محل تساؤل – على معارف ذات  
مضامين مثيرة جدا . ولكن الطريق الى هناك أكثر بعدا مما تتصور  
الآن . لابد لك أولا . أن تبدأ بحذر وتدبر فى مجال الفيزياء  
الكلاسيكية . اذا أردت دراسة الفيزياء فان لديك الاختيار اما أن  
تعمل فى مجال الفيزياء العملية أو الفيزياء النظرية . ووفقا  
لما حدثتني فان استعدادك الطبيعى يميل أكثر الى الفيزياء النظرية .  
ولكن دعنى أسألك ، ألم تشغل نفسك خلال المدرسة من وقت  
لآخر بالأجهزة العلمية والتجارب ؟ »

لقد رددت بالإيجاب على هذا السؤال بل وأضفت الى ذلك اننى  
كتلميذ قد قمت ببناء بعض الأجهزة العلمية مثل الموتورات وأجهزة  
الاستقبال الاذاعية . ولكن بالرغم من ذلك فان عالم الأجهزة ظل غريبا  
بالنسبة لى ، كما أن الدقة المتناهية التى يجب أن تكون لدى الإنسان  
أثناء القياسات المختلفة حتى للأرقام غير المهمة تبدو لى شيئا مرهقا .

**زومر فيلد :** « ولكن يتحتم عليك – حتى اذا اخترت الجانب النظرى القيام  
أولا بحل كثير من الواجبات الصغيرة التى قد تبدو لك الآن غير  
مهمة . يجب أن تعرف أنه عند اثارة القضايا الكبرى التى قد  
تصل الى مجال الفلسفة للمناقشة ، مثل « النظرية النسبية »

(١) Arnold Sommerfeld ( ١٨٦٨/١٢/٥ – ١٩٥١/٤/٢٦ ) .

لأينشتين أو « نظرية الكم » لبلاك (Plank) ، فإن هناك مشكلات عديدة صغيرة حول الأساسيات والتي يلزم حلها أولا ومن خلال كليتها يمكن الوصول الى صورة عن المجال الجديد .

هيزنبرج : « ولكن الذى يهمنى هو القضايا الفلسفية التى تكمن خلف هذه المجالات أكثر من الواجبات الصغيرة » .

زومر فيلد : « انك تعرف بالطبع أن شيلر (١) تحدث عن كانط (٢) وتحليله قائلا « عندما يبني الملوك يعمل الحمالون » . فى البدء فاننا جميعا حمالون ! ولكنك سترى حتما انك ستصير سعيدا عندما تقوم بهذه الأعمال الصغيرة بكل عناية وضمير وسوف تصل من خلال ذلك - كما نأمل - الى نتائج طيبة » .

أعطانى زومر فيلد بعض التعليمات الأخرى اللازمة لبداية دراستي ثم وعدنى بأن يبحث لى عن مشكلة علمية صغيرة تدور حول الفيزياء النظرية الذرية الحديثة وذلك لاختبار مدى قدرتي على علاجها . هكذا تم اتخاذ قرار انتمائى الى مدرسة زومر فيلد والتزامى بها لعدة سنوات قادمة . ولقد أثر - لزمان طويل فى حياتي - هذا الحديث مع ذلك الرائد الذى كان علما من أعلام الفيزياء الذرية الحديثة والذى قام بنفسه بأبحاث هامة فى المجال بين « النظرية النسبية » و « نظرية الكم » . كان طلب زومر فيلد الوحيد وهو العناية الفائقة بالواجبات الصغيرة ليس غريبا لى فقد عرفتة فى صورة أخرى باستمرار عند والدى . ولكننى قد أحسست مع ذلك بالأسف الشديد لأننى كنت بعيدا كل هذا الوقت عن الميدان الحقيقى لاهتماماتى .

هكذا وجد الحديث الأول مع زومر فيلد مكانته فى المحاورات الأخرى مع أصدقائى وأذكر أن أحد هذه المحاورات كان يدور حول مكانة الفيزياء الحديثة فى التطور الثقافى فى عصرنا الحديث . قابلت عازف الكمان - الذى عزف مقطوعة باخ فى قلعة « برون » فى الحريف التالى مرات كثيرة فى بيت صديق لنا يدعى فالتر الذى كان يجيد اللعب على آلة الشيلو . حاولنا نحن الثلاثة دراسة معظم المؤلفات الموسيقية التى يمكن أداؤها باستخدام ثلاث آلات موسيقية فقط . ثم خططنا لدراسة « ثلاثية شوبرت (٣) من مقام - B » استعدادا لاحدى الحفلات . كان فالتر

---

(١) F. Von Schiller شاعر ألماني ( ١٧٥٩/١١/١٠ - ١٨٠٥/٥/٩ ) .

(٢) I. Kant فيلسوف ألماني ( ١٧٢٤/٤/٢٢ - ١٨٠٤/٢/١٢ ) .

(٣) F. Schubert موسيقار نمساوي ( ١٧٣٩/٣/٢٤ - ١٧٩١/١٠/١٠ ) .



يتيما منذ الصغر يعيش مع والدته في شقة فاخرة الأثاث في شارع اليزابيث على بعد دقائق قليلة من بيتنا في شارع هوهينتسولرن وقد أثار البيانو الفخم في حجرة المعيشة فضولي المستمر للعزف هناك . حيث كنا نجلس بعد تمريناتنا حتى مؤخرة الليل فتجاذب الحديث حول الموضوعات المختلفة .

في إحدى المرات تطرق الحوار الى خطتي الدراسية حيث سألتني والدة فالتر لماذا لم أقرر دراسة الموسيقى .

**والدة فالتر :** « من عزفك للموسيقى ومن طريقتك في الحديث عنها أخذت الانطباع أن هذا الفن قريب الى قلبك أكثر من العلم والتكنولوجيا . انك في الواقع لتجد أن مضمون الموسيقى أجمل من الفكر الذي يتم التعبير عنه باستخدام الأجهزة العلمية أو المعادلات الرياضية أو حتى المعدات التكنولوجية المتقنة . اذا كان الأمر كذلك فلماذا ترغب في التوجه الى الدراسة العلمية ؟ ان مصير العالم سيتحدد بالقطع عن طريق ما يرغبه الشباب ، فاذا قرر الشباب دراسة ما هو جميل سوف يكون هناك مزيد من الجمال واذا اتجه فقط لما هو نافع ماديا فسيكون هناك مزيد من النفعيات . ومن هنا فان قرار كل واحد منكم له وزنه الخاص ليس له فقط بل وايضا لمجتمعنا كله .

**هيزنبرج :** « اننى لا أعتقد أن أيا منا يقف أمام هذا الاختيار بهذه البساطة ذلك أنه بغض النظر عن أننى ربما سأكون موسيقيا غير جيد - الا أن السؤال عن المجال الذى يستطيع أن يصبح فيه أى منا مؤثرا يظل مرتبطا بالمجال نفسه . وفي الموسيقى فان لدى الانطباع أن المؤلفين المحدثين ليسوا على نفس المستوى من المؤلفين القدامى . ففي القرن السابع عشر تأثرت الموسيقى بقدر كبير بالصبغة الدينية للحياة آنذاك ، وفي القرن الثامن عشر جرى التحويل الى عالم الشعور الفردى بينما غاصت الموسيقى الرومانسية للقرن التاسع عشر فى أعماق الروح الانسانية . ولكن فى السنوات الأخيرة بدا وكأن الموسيقى قد هوت الى تجارب غريبة مضطربة وضعيفة لعبت فيها الأفكار النظرية دورا أساسيا أكثر من التقدم فى اتجاه موسيقى معين . أما فى العلم ، وخصوصا الفيزياء ، فان الوضع مختلف تماما . هناك أدى الطريق المرسوم الذى كان هدفه منذ عشرين سنة هو تفسير بعض الظواهر الكهرومغناطيسية الى قضايا معقدة أصبحت فيها بعض الأسس الفلسفية مثل تركيب « الحيز »

و « الزمان » وسريان مفعول « قانون العلة » محل تساؤل • وهنا  
أعتقد أن أرضاً جديدة قد اكتشفت وربما تتطلب الإجابة النهائية  
على هذه الأسئلة إلى أجيال كثيرة من الفيزيائيين •  
لم ترض أجابتي هذه صديقنا رولف عازف الكمان وبادرنى  
قائلاً :

رولف : « ألا يسرى ذلك الذى قلته بصدد الفيزياء الحديثة على الموسيقى  
الحديثة ؟ اننى اعتقد أن الطريق هناك قد صار معبداً كذلك • لقد  
طويت الحواجز القديمة للـ Tonalitat (١) وبذلك دخلنا أرضاً  
جديدة يتمتع فيها اللحن والنغمة بحرية فائقة • أليس لنا إذن أن  
نأمل فى وفرة من الأعمال الجديدة كما هو الحال فى الفيزياء ؟ »

فالتتر : « اننى لا أعرف ما إذا كان من الضرورى أن تنطبق حرية اختيار  
النغمة فى الموسيقى مع الأرض الجديدة الخصبة فى الفيزياء ،  
ولكن - على كل حال - يبدو أنه كلما كانت حرية الاختيار أكبر  
كانت امكانية تقديم أعمال جديدة أكبر وأغنى • غير اننى  
لا أستطيع أن أقر هذا بالنسبة للفن عموماً - الذى أميل إليه أكثر  
من العلم • ان التقدم فى الفن يتم عن طريق إضافة مضامين جديدة  
وذلك فى عملية تاريخية بطيئة يعاد فيها تشكيل حياة البشر دون  
أن يكون لكل فرد القدرة على التأثير المباشر • عندئذ يحاول بعض  
الفنانين الموهوبين كل على حدة جعل هذه المضامين واضحة للعين  
أو للسمع وذلك بإعطاء امكانيات جديدة للتعبير للمادة التى يعمل  
بها الفنان سواء أكانت ألواناً أم آلات موسيقية • ويعتبر هذا  
الصراع المتبادل ، أى الصراع بين « مضامين التعبير » و « حدودية  
(Beschränktheit) أدوات التعبير » الأساس الضرورى لتكوين الفن  
الأصيل • اذا سقطت « حدودية أدوات التعبير » ، مثلاً اذا كان من  
إمكان فى مجال الموسيقى استعمال أى نغمة ، فإن هذا الصراع  
سي تلاشى • ومن هنا فإن مجهودات الفنانين تصطدم على نحو ما  
بالفراغ • ولذلك أيضاً فأننى أقر بارتياحى ضد مزيد من الحرية  
فى هذا المضمار • أما فى مجال العلم ، فأننا نجد فى كل يوم أن  
تجارب عملية جديدة تصبح ممكنة عن طريق التكنولوجيا المعاصرة •  
كما أن حصيلة خبراتنا تزيد باستمرار ومن خلال ذلك تتوالد  
المضامين الجديدة أيضاً • ان أدوات التعبير هنا محصورة فى  
المصطلحات التى تعبر عن المضامين الجديدة وبها يمكن أن نفهمها •

---

(١) اسناد كل النغمات فى عمل موسيقى معين على نغمة أساسية •

ولقد قرأت مثلاً في إحدى المقالات العامة ، أن « النظرية النسبية » - التي تهكم جداً - تستند على تجارب معينة تمت في بداية القرن الحالى عندما حاول العلماء اثبات حركة الأرض في الفضاء عن طريق استغلال ظاهرة « التداخل الضوئي » (١) . وعندما فشل هذا الاثبات ، لاحظ الفيزيائيون أن التجارب أو المضامين الجديدة تعضد أهمية التوسع في امكانيات التعبير أو في نظام المصطلحات المستخدم في الفيزياء . وأنه قد أصبح من الضروري اجراء تغييرات جذرية في مصطلحات أساسية مثل « الحيز » و « الزمان » مما أدى الى بداية جديدة لم يكن يتوقعها أحد . ولكن هذا كان يمثل الاكتشاف الكبير لاينشتين الذي كان أول من أدرك امكانية . بل وحتمية تغيير تصورنا عن « الحيز » و « الزمان » .

ربما استطيع مقارنة ذلك الذي عرضته في الفيزياء بتطور الموسيقى في منتصف القرن الثامن عشر . في ذلك الحين دخل «عالم شعور» الانسان الفرد الى وعى الزمان من خلال عملية تاريخية بطيئة ، ذلك العالم الذي عرفناه من كتابات روسو Rousseau (٢) ثم بعد ذلك في مسرحية « فيرتر » (Werther) لجوتى وأيضاً في أعمال الموسيقيين الكلاسيكيين العظماء مثل هايدن ، موتسارت ، بيتهوفن وشوبرت ، وقد تم في كل هذه الأعمال التوصل الى ايجاد تمثيل مناسب « لعالم الشعور » من خلال التوسع في أدوات التعبير أما بالنسبة للموسيقى فان المضامين الجديدة تعد قليلة للغاية بل انها غير مقبولة من ناحية التذوق الفني كما أن ذلك الفيض الغزير من امكانيات التعبير يفزعنى للغاية . ان طريق الموسيقى الحالية يبدو أنه يزيد هبوطاً ، هناك يزعم البعض بأنه علينا أن نكف عن الـ «Tonalitat» وذلك لاعتقادهم أن مجالها قد نضب بالفعل وليس لأن هناك مضامين جديدة مؤثرة لا يمكن التعبير عنها من خلال الـ «Tonalitat» والسؤال اذن هو الى أين يجب أن نذهب بعد أن تركنا الـ «Tonalitat» الاجابة على هذا السؤال ليست معروفة تماماً وكل ما هناك هو عدم وضوح للرؤية لدى الموسيقيين وبعض المحاولات الملموسة للاجابة على هذا السؤال اننى استطيع القول ان تركيبات الأسئلة قائمة بالفعل ، والواجب فقط يكمن في ايجاد الاجابات . أما في الفن فان تركيبات الأسئلة

(١) عملية تراكم شعاعين أو أكثر في حيز معين .

(٢) Jean-Jacques Rousseau (١٧١٢/٦/٢٨ - ١٧٧٨/٧/٢) كاتب وفيلسوف



لم تحدد بعد . ولكن لعلك تحكى لنا بعض التفاصيل حول الأرض الجديدة التى تعتقد أنك تراها فى الفيزياء وتود أن تقوم فى المستقبل برحلات استكشاف فيها .

هينز نبرج : « فى النظرية النسبية ، أدت التجارب العملية التى ذكرتها أنت والتى توافقت مع تجارب عملية أخرى بأينشتين أن يتغاضى عن المصطلح المستخدم حتى اليوم عن « التلازم الزمنى » (1) (Gleichzeitigkeit) وهذا فى حد ذاته يعتبر مثيرا للغاية ، ذلك أن كل انسان يعتقد أنه يعرف تماما ما يعنيه هذا المصطلح حتى يصدد الاحداث التى تتم فى أماكن تبعد عنا مسافات كبيرة . ولكن يبدو أن هذا الاعتقاد ليس دقيقا . فإذا تساءلنا مثلا كيف يمكننا أن نعرف ما اذا كان حدثان من هذا النوع « متلازمان زمنيا » وبحسنا امكانيات التحقق المختلفة التى يمكن الاعتماد على نتائجها فاننا نصل من طبيعة المعلومات التى لدينا أن الاجابة ليست واضحة تماما وأنها تعتمد كثيرا على « الوضع المتحرك للمشاهد » الذى يراقب هذين الحدثين . واذن فان « الحيز » و « الزمان » اللذين يقع فيهما هذان الحدثان وتتم فيهما مشاهدتهما يعتبران غير مستقلين عن بعضهما كما هو معروف الآن . ولقد تمكن أينشتين بطريقة سلسلة من التعبير عن « الشكل الرياضى » لهذا التركيب الجديد « للحيز » و « الزمان » . ولكن البحث فى هذا الميدان - كما أخبرنى زومرفيلد قد انتهى تماما وعليه فهو لا يعتبر أرضا جديدة .

ان القضايا الهامة الآن تدور فى ميدان آخر هو « النظرية الذرية » . فهناك ينصب البحث حول علة الوجود الدائم لأشكال ونوعيات معينة فى العالم المادى . لماذا مثلا يتكون دائما الماء بكل خواصه الذاتية سواء تم ذلك عن طريق « ذوبان الجليد » أم « تكثيف البخار المائى » أم « احتراق غاز الهيدروجين » . مثل هذه « الظاهرة التكرارية » (Phenomen) تعتبر حتى الآن فرضا فى الفيزياء ولكن اذا فكرنا فى أن الاجسام المادية - كالماء مثلا - تتركب من « ذرات » - ومن المعروف أن الكيمياء تستخدم هذه الفكرة بنجاح - فان قوانين الحركة التى تعلمناها فى المدرسة تحت اسم « ميكانيكا نيوتن » (2) سوف لا تؤدي الى تفسير « حركة الأجزاء الصغرى » بهذه الدرجة من الاستقرار . عند هذا الموضع يجب البحث عن قوانين

(1) يقصد به حدوث واقعتين فى نفس الوقت بالنسبة لمشاهد ما .

(2) Isaac Newton عالم فيزياء ورياضيات انجليزى ( ١٦٤٣/١/٤ - ١٧٢٧/٣/٣١ )

طبيعية من نوع آخر يمكن عن طريقها الوصول الى أن الذرات تتحرك وتنتظم دائما بنفس الطريقة وتتكون باستمرار عناصر لها نفس الخصائص المستقرة . ويقال ان الشرارة الأولى فى الطريق الى هذه القوانين الطبيعية الجديدة قد انطلقت منذ عشرين سنة خلال « نظرية الكم » لبلاذك (Planck Quantentheorie) كما أن العالم الدانيمركى بوهر (Bohr) قد ربط بين أفكار بلاذك وتصورات عن تركيب الذرة كونها الفيزيائى الانجليزى رذر فورد (Rutherford) لقد سلط بوهر الضوء لأول مرة على ظاهرة « الاستقرار » (Stabilität) الغريبة فى مجال الذرة التى ذكرتها منذ لحظات . ولكن البحث فى هذا المجال - كما قال زومر فيلد - مازال غير قادر على توضيح العلاقات هناك . ولذلك فأننى اعتقد أن ثمة أرضا واسعة جديدة يمكن العمل فيها لعشرات السنين حتى يتيسر كشف هذه العلاقات . عندئذ سيمكننا بسهولة تفسير كل ما يدور فى علم الكيمياء عن طريق الفيزياء الذرية وذلك بعد التمكن من التعبير عن القوانين الطبيعية فى هذا الميدان بطريقة صحيحة . وعندئذ أيضا سيكون من المهم ايجاد مصطلحات جديدة تيسر لنا التعبير عما يجرى هناك . واذن فأننى اعتقد الآن أن البحث فى مجال الفيزياء الذرية سيؤدى الى علاقات وتركيبات هامة أكثر مما هو الحال فى الموسيقى . ولكننى يجب أن أقر أن عكس ذلك كان صحيحا قبل مائة وخمسين سنة من الآن .

**فالتري :** « انك اذن تعتقد أن الانسان الفرد الذى يريد أن يؤثر فى التركيب الفكرى لزمانه يعتمد على الامكانيات التى يعطيها له التطور التاريخى فى هذا الزمن ! وبالتالى لو أن موتسارت قد ولد فى زمننا هذا فانه سوف لا يكتب سوى ذلك النوع من الموسيقى الشاذة التى نعرفها من ملحنى اليوم ؟ »

**هيزنبرج :** « نعم ، هكذا أظن . ولو أن أينشتين قد عاش فى القرن الثانى عشر ، لما استطاع من المؤكد التوصل الى اكتشافات علمية هامة . »

**والدة فالتري :** « ربما كان واجبنا الآن هو عدم التفكير فى العظماء مثل موتسارت وأينشتين . وذلك لأنه ليست لدى كل انسان الفرصة فى التأثير فى مجال هام وحاسم ، بل الاشتراك فى صمت فى دائرة صغيرة من العمل . ومن هنا يجب أن يسأل نفسه ما اذا كان من الأجمل عزف « ثلاثية مقام - B » لشوبرت أو بناء الأجهزة العلمية أو كتابة المعادلات الرياضية ؟ »

لعل أقر هنا أنه قد انتابني شك غريب في هذه اللحظة وأخذت أخبر الجالسين عن الحديث مع زومر فيلده وعن أستاذي في المستقبل قد ردد كلمات شيلر • « اذا بنى الملوك ، عمل الحمالون » • وهنا أضاف رولف •

**رولف :** « اننا جميعا متساوون بهذا الصدد • فالموسيقى يجب أن ينفق وقتا طويلا حتى يتمكن من السيطرة على الآلات المختلفة ، وحتى بعد ذلك فانه يستمر في تكرار قطع موسيقية معينة تم التعبير عنها منذ مئات السنين بواسطة موسيقيين آخرين ربما بطريقة أفضل • كما أنك أثناء دراستك للفيزياء سوف تعمل لفترة طويلة في بناء أجهزة علمية بنيت قبل ذلك بطريقة أحسن بواسطة الآخرين • أو أنك ستقوم بمتابعة أفكار رياضية تم التفكير فيها بطريقة جيدة من قبل بواسطة رياضيين آخرين • بعد انجاز كل ذلك فانه ستظل لدينا - ما دمنا ننتمي الى فئة الحمالين - القدرة المستمرة على تذوق الموسيقى الرائعة وربما يتسنى لنا من وقت لآخر التوصل الى تعبير ممتاز • أما بالنسبة لكم فانكم قلما ستنجحون في تفسير علاقة رياضية بطريق أحسن مما هو ممكن بالفعل أو قياس ظاهرة ما بطريقة أدق مما استطاعه السابقون •

ان الاعتقاد بأن أيا منا ستكون لديه القدرة على التأثير في مجال حاسم - اذا كان هذا المجال يحتوى على أرض جديدة يلزم استكشافها - يعتبر الآن غير مهم بل لا يجب أن نأخذه في الحسبان قطعيا •

**وهنا أخذت والدته فالتز تتمم بكلمات لم نفهمها ثم انطلقت تفكر بصوت عال قائلة :**

**والدته فالتز :** « لعل المقارنة بين الملوك والحمالين تفسر دائما بطريقة خاطئة • بالطبع فانه يبدو لنا للوهلة الاولى أن البريق كله ينبعث من أعمال الملوك بينما تعتبر أعمال الحمالين ذات أهمية جانبية • ولكن لعل الوضع بالعكس تماما • ربما يكون بريق الملوك مستندا تماما على أعمال الحمالين • انه يتكون فقط من خلال أن الحمالين قد أنجزوا سنوات طويلة من العمل الشاق وذلك أيضا ليكسبوا السعادة والنجاح من خلال أعمال أكثر مشقة • وربما تظهر لنا شخصيات مثل باخ وموتسارت كملوك للموسيقى فقط لأنهم أعطوا لقرنين من الزمان كثيرا من الموسيقيين الصغار فرصة استكمال أفكارهم بعناية وحساسية وفرصة التعبير الجديد عنها ،



وعن طريق ذلك صارت أعمالهم مفهومة للمستمعين بل اننى أستطيع القول أن المستمعين أنفسهم يشتركون فى عملية التعبير هذه ومن خلال ذلك أصبحت مضامين أعمال هؤلاء الموسيقيين جديدة دائما .

أما اذا أخذنا التطور التاريخى فى الاعتبار - ويبدو لى أن هذا صحيح أيضا بالنسبة للفن والموسيقى - فإنه يتحتم فى كل زيادة (Disziplin) أن يخيم وقت طويل من الهدوء أو التطور البطيء .

وحتى فى هذه الأوقات فإن العمل المخلص بكل تفاصيله يصبح مهما للغاية، اننا نعرف أن كل شىء لا يتم باخلاص ينسى بل ولا يستحق حتى الإشارة اليه . ولكننا نعرف أيضا أن هذه العملية البطيئة التى يتغير فيها مضمون الريادة مع تغير الأوضاع قد تؤدي فجأة الى امكانات جديدة والى مضامين جديدة . وعندئذ يتم جذب المواهب الفذة بطريقة سحرية الى عملية النمو هذه وينتج عن ذلك أنه خلال بضع عشرات من السنين تحلق الانجازات الفنية العظيمة أو تتم الاكتشافات العلمية الرائعة . هكذا تكونت الموسيقى الكلاسيكية فى النصف الثانى من القرن الثامن عشر فى فيينا وهكذا تكونت فى القرن الخامس عشر والقرن السادس عشر فنون التصوير فى هولندا . ان المواهب العظيمة تعطى المضامين الفكرية الجديدة تمثيلها الخارجى وتخلق أشكالها الشرعية التى تكتمل فيها التطورات اللاحقة. ولكن هذه المواهب لا تلد مضامين جديدة بذاتها . وقد يكون من الجائز أننا نقف على أبواب عصر علمى جديد ذى أهمية كبرى ومن هنا فأننا لا يجب أن نمنع الشباب من المساهمة فى هذا العصر . ولكننا لا يمكن أن نتوقع أن تتم عمليتنا التطور فى العلم والفن فى وقت واحد بل علينا أن نحس بالامتنان لأن جيلنا يمكنه المشاركة فى احدى هاتين العمليتين كمؤثر نشط . ولذلك فأننى أعتقد أن كل الاتهامات الموجه ضد الفن الحديث سواء ضد فن التصوير أم الموسيقى تعتبر اتهامات باطلة . وعلينا أن نعرف اذن أنه بعد الانجازات الكبرى التى حققتها الموسيقى وفن العمارة فى القرنين الثامن والتاسع عشر ، وجب أن تلى ذلك فترة من الهدوء تتم فيها المحافظة على القديم كما تجرى فى نفس الوقت محاولات التجديد عن طريق التجريب الغير مرئى . ومن هنا فأننى أرى أن المقارنة بين الموسيقى الحالية والموسيقى الكلاسيكية العظيمة تعتبر عملا جائرا .

ودعونى أقترح الآن اذن انهاء هذه الأمسية الجميلة بأن تعزفوا لنا « المقطع البطيء » من « ثلاثية مقام - B لشوبرت » .

لقد حدث ذلك بالفعل ومن الطريقة التي أدى بها رولف الجزء الثاني لهذه المعزوفة على الكمان لمسنا حزنه الشديد على أننا قد اعتبرنا العصر العظيم للموسيقى الأوروبية قد أصبح جزءا من الماضي .

بعد أيام قليلة عندما دخلت القاعة التي يلقي فيها زومر فيلد محاضراته اكتشفت في الفصل الثالث وجود طالب ذى شعر داكن وملامح سمحة كان قد توقفنى بعد حديثى الأول مع زومر فيلد فى حلقة العلمية . لقد قدمنى له زومر فيلد آنذاك وقال لى أثناء وداعى عند باب المعهد أنه يعتبر هذا الطالب أكثر تلاميذه موهبة ويمكننى التعلم منه والتوجه اليه كلما اقتضى الأمر ذلك . اسم هذا الطالب هو فولفجانج باولى (١) (Wolfgang Pauli) الذى لعب فيما بعد أثناء حياته دور الناقد والصدى الحميم الذى كنت أشعر بالراحة له والاطمئنان لآرائه .

جلست فى المحاضرة الى جوار فولفجانج ورجوته أن نتقابل بعدها نظرا لحاجتى الى ارشاداته حول سير دراستى . وهنا دخل زومر فيلد الى القاعة وما أن بدأ فى القاء الجمل الأولى حتى همس فولفجانج فى أذنى « ألا ترى أنه يشبه جاويش الخيالة ؟ » .

عندما عدنا الى الحلقة الدراسية فى معهد الفيزياء النظرية وجهت الى فولفجانج سؤالين أساسيين . لقد كنت أريد أن أعرف الى أى مدى يجب على الطالب تعليم فن اجراء التجارب العملية اذا كان يرغب فيما بعد فى التخصص فى الفيزياء النظرية . كما كنت أريد أن أعرف مكانة « النظرية النسبية » بالمقارنة « بالنظرية الذرية » فى الفيزياء الحديثة . بالنسبة للسؤال الأول أجاب فولفجانج .

**فولفجانج :** « اننى أعرف أن زومر فيلد يعطى أهمية كبرى للتجريب العملى ، ولكننى شخصيا لا أستطيع التعامل مع الأجهزة العلمية . بالطبع فاننى أعرف أيضا أن كل الفيزياء تقوم على نتائج التجارب العملية . ولكن بعد الانتهاء من التجارب والتوصل الى نتائج معينة فان الفيزياء - على أى حال الفيزياء المعاصرة - تصبح عملية شاقة لكثير من الفيزيائيين العمليين . ويبدو أن ذلك يرجع الى أننا نستطيع بواسطة الوسائل التكنولوجية الحالية المتوفرة للفيزياء العملية الدخول الى ميادين الطبيعة التى لا يمكن أن نصفها بطريقة كافية باستخدام المصطلحات الخاصة بحياتنا اليومية . ومن هنا فاننا نعتمد على لغة رياضية مجردة لا يمكن الالمام بها دون دراسة أساسية للرياضيات الحديثة . ومن هنا يتحتم علينا تحديد أنفسنا

---

(١) فيزيائى نمساوى ( ١٩٠٠/٤/٢٥ - ١٩٥٨/١٢/١٥ ) .

والتخصص فى اتجاه معين . بالنسبة لى فان لغة الرياضيات المجردة تبدو أكثر يسرا واننى أتمنى أن أتمكن عن طريق ذلك اخبار شىء حول الفيزياء . ولكن بالطبع فان بعض المعرفة حول الجوانب التجريبى ما زالت مهمة وضرورية .

ان الرياضى البحت ، حتى ولو كان جيدا حقا ، فانه لا يفهم شيئا مطلقا عن الفيزياء » .

عندئذ أخبرت فولفجانج بعض التفاصيل حول لقائى مع لينديمان العجوز وكلبه الأسود وحول قراءتى لكتاب فايل « الحيز - الزمان - المادة » ويبدو أن هذا الحديث قد سر فولفجانج بدرجة كبيرة .

**فولفجانج :** « ان هذا يتفق تماما مع توقعاتى وذلك لأن لينديمان متعصب « للدقة الرياضية » (Mathematische Prazision) وكل العلوم حتى « الفيزياء الرياضية » تعتبر بالنسبة له ثروة غير مفهومة . أما فايل فهو ملم حقيقة بالنظرية النسبية وقد أدى اهتمامه بها الى أن قد اعتبره كثير من الرياضيين خارجا عن صفوفهم » .

سكت فولفجانج برهة ثم تهيأ للإجابة عن السؤال الثانى حول أهمية النظرية النسبية بالمقارنة بالفيزياء الذرية .

**فولفجانج :** « ان مجال البحث فيما يسمى « بالنظرية النسبية الخاصة » يعتبر قد انتهى ويجب علينا فقط دراستها وتطبيقها تماما مثل أى ريادة أخرى فى الفيزياء . ولذلك فان أهميتها بالنسبة للبحث الذى يتطلع الى اكتشاف جديد تعد صغيرة للغاية ، أما النظرية النسبية العامة أو نظرية الثقائل لأينشتين فهى ما زالت قيد البحث . غير أن هذه النظرية لا تعتبر مرضية بعد ويؤكد هذا الرأى حقيقة أن كل مائة صفحة من التحليلات والاشتقاقات الرياضية المعقدة تناظر تجربة عملية واحدة . من هنا أيضا ينبع الشك فيما اذا كانت النظرية صحيحة أو لا ؟ ولكن علينا هنا أن نقر أن النظرية تفتح الطريق أمام احتمالات فكرية جديدة يتحتم علينا تناولها بالبحث الجاد . لقد انتهيت منذ أيام من كتابة مقالة طويلة عن « النظرية النسبية العامة » ، وربما يكون ذلك هو السبب فى اعتبارى أن النظرية الذرية تعد ذات أهمية أكبر . ان الفيزياء الذرية تحتوى على عدد كبير من النتائج التجريبية التى لم تفسر بعد . ان ما تقره الطبيعة فى موضع ما يبدو وكأنه يتعارض مع



ما تقره في موضع آخر ومن غير الممكن حتى الآن اعطاء صورة عامة عن العلاقات في كل الموقعين . بيد أن العالم الدانيمركي نيلز بوهر قد نجح في الربط بين ظاهرة « استتقرار » الذرات ازاء الاضطرابات الخارجية مع « فرضية الكم » (Quanten hypothese) لبلائك - التي لم يكتمل فهمها بعد - والأحدث من هذا هو نجاح بوهر في تقديم التفسير الكيفي « للجدول الدوري للعناصر » والصفات الكيميائية للمواد المختلفة . ولكنني لا أتفق تماما مع الطريق الذي يسلكه بهذا الصدد ، لأنه لم يستطع من خلاله القضاء على الاعتراضات التي ذكرتها سابقا . واذن فإن البحث في هذا المجال ما زال يعتبر تخبطا في الضباب وقد تمر بضع سنوات حتى نستطيع ايجاد الطريق الصحيح . ان زومر فيلد يعتنق المبدأ القائل بأنه من خلال نتائج التجارب العملية يمكن تخمين « المطابقات القانونية » المعبرة عنها . بل انه يعتقد أيضا في رموز عددية ، أو ما يشبه « بالفيزياء العددية » ، كما كان الحال لدى فيثاغورس (١) بالنسبة « لتوافقيات الخيوط المهتزة (Harmonien der schwingenden Saiten) ولذلك فانه من المحبب اليينا الاشارة الى هذه الوجهة من أفكار زومر فيلد « بمبدأ الذرية » Atomystik ولكن لا يوجد حتى الآن من يعرف شيئا أفضل . وربما يتمكن انسان ما من ايجاد حل لهذه المشكلة اذا لم يكن ملما بعد بالفيزياء المعاصرة وكل حيكاتها الرائعة . واذن فانك أكثر حظا منه في هذه الناحية » .

**وهنا اطلق فولفجانج ضحكة ساخرة ثم استطرد قائلا :**

« ولكن عدم المعرفة بالطبع لا يعد ضمانا للنجاح » .

بالرغم من هذه الغلظة في كلمات فولفجانج فقد أكد لي في الواقع الأسس التي أرسيت عليها رغبتى في دراسة الفيزياء . لقد كنت مسرورا بأننى لم أحاول دراسة الرياضات البحتة ومن ثم فقد ارتبطت الكلب الأسود في حجرة لينديمان في ذاكرتى دائما « بذلك الجزء من القوة الذى يرغب فى عمل الرذيلة باستمرار ولكنه يصنع الفضيلة دائما » .

(١) Pythagoras فيلسوف وعالم طبيعيات اغريقى عاش فى القرن السادس

قبل الميلاد .

### ٣ - مبدأ «الفهم» فى الفيزياء الحديثة

( ١٩٢٠ - ١٩٢٢ )

لقد قضيت العامين الأولين من دراستى فى ميونخ فى عالمين مختلفين تماما ، أولهما كان دائرة الأصدقاء فى حركة الشبيبة والثانى المجال العقلى المجرد للفيزياء النظرية . وقد كان كل من هذين العالمين ملىء بالحيوية والاثارة بحيث لم يكن من السهل الانتقال كلية من أحدهما الى الآخر . لقد أصبحت المحاورات مع فولفجانج أثناء الحلقة العلمية لزومر فيلد تمثل جزءا هاما فى دراستى . ولكن فلسفة فولفجانج فى الحياة كانت مخالفة على طول الخط لفلسفتى . فبينما كنت أحب الأيام المشمسة وقضاء كل أوقات الفراغ خارج المدينة بقدر الامكان فى رحلات خلال الجبال الشاهقة أو الذهاب للسباحة والطبخ أو شواطئ البحيرات البافارية، كان فولفجانج يعشق الليل والمدينة ويفضل تجديد حيويته عن طريق زيارة الحفلات الصاخبة فى أى مكان بها ثم يقوم بعد ذلك بقضاء جزء كبير من الليل فى العمل المستمر فى حل مشكلاته الفيزيائية بتركيز كبير ونجاح رائع . ولكن ذلك كان ينعكس بالطبع على مواظبته فى زيارة محاضرات زومر فيلد الصباحية مما كان يثير الحزن فى نفس زومر فيلد . كان هذا الاختلاف فى نظم حياتنا سببا فى بعض تهكماتنا ولكنه لم يعكر صداقتنا أبدا . لقد كان اهتمامنا المشترك بالفيزياء قويا لدرجة أن كل الاختلافات بيننا فى المجالات الأخرى لم تلعب دورا فى صداقتنا .

كلما عدت بتفكيرى الى صيف عام ١٩٢١ وحاولت اجمال ذكرياتى. الكثيرة فى تصور واحد ظهرت أمام عيني صور الحيام على حافة الغابات تغطيها أشعة الشمس الرمادية فى لحظات الشروق وتقع تحتها على البعد تلك البحيرة التى سباحنا فيها فى اليوم المنصرم وخلف البحيرة تتجلى مرتفعات البينيد يكتينفاند Benediktenwand . وبينما الرفاق يغطون فى النوم العميق تركت خيمتى كى أصل وحيدا الى محطة السكك الحديدية التالية ومنها أستطيع ركوب القطار المتجه الى ميونخ حتى لا نفوتنى محاضرة زومر فيلد الصباحية فى الساعة التاسعة من كل يوم . الطريق يهبط أولا الى البحيرة ثم يمر خلال أرض مبتلة ثم خلال مرتفع جليدى يمكن منه رؤية سلسلة جبال الألب من البينيد يكتينفاند وحتى التسوجشبيتسا (Zugspitze) تتلأأ تحت أشعة الصباح . وتظهر فوق المزارع اليانعة آلات قطع الحشائش ثم أحس بالأسف لأننى لم أعد أستطيع ربط احدى هذه الآلات بنور كبير والقيام بقطع الحشائش كلها كما كنت أفعل قبل ثلاث سنوات حين عملت كصبي فى جروستاليرهوف Grossthalerhof وفى ميزباخ (Mies bach) هكذا اختلطت فى خيالى صور حياة الفلاحين اليومية ببريق الأرض الزراعية واللقاء القادم مع زومر فيلد وتلاحمت الألوان المختلفة وأخذنى الزهو والاحساس بأننى أسعد انسان فوق الأرض .

**عندما يظهر فولفجانج بعد ساعة أو ساعتين من انتهاء محاضرة زومر فيلد فى الحجرة المخصصة لحلقنا العلمية فإن لقاءنا يتم بالصورة الآتية :**

**فولفجانج :** « صباح الخير ، هذا هو عابد الطبيعة . انك تبدو وكأنك قد أمضيت يوما آخر وفقا لمبادئ قديسكم روسو . أليس هو قائل المثل « عودوا الى الطبيعة ، الى الأشجار يا قرود » ؟ »

**هيزنبرج :** « المقطع الثانى من المثل لا ينتمى الى روسو . ولم يكن هناك تسلق للأشجار بالمرّة . ولكن ربما لا تعنى « صباح الخير » بل على الأصح « ظهرا سعيدا » . انها الثانية عشرة ظهرا . اننى أكرر الساعة الثانية عشرة . ولكن ألا تريد أن تصحبنى معك الى احدى هذه العلب الليلية حتى اتوصل أخيرا الى هذه الأبحاث الفيزيائية الناجحة » .

**فولفجانج :** « ان ذلك لن يؤثر فىك . ولكن لعلك تخبرنى ما استنتجته من أبحاث كرامرز (١) (Kramers) التى تريد أن تروى لنا عنها شيئا فى الحلقة العلمية » .

(١) Hendrik Antony Kramers ولد فى سنة ١٨٩٤ ومات فى سنة ١٩٥٢ .



هكذا ينتقل الحديث الى المحاورات الموضوعية يشترك معنا فيها صديق  
 دراستنا أوتو لاپورتى (Otto Laporte) الذى كانت لباقتة وخبرته العملية  
 وسيطا خيرا بين فولفجانج وبينى . والذى قام بعد تخرجه بنشر أبحاث  
 هامة تحت رعاية زومر فيلد حول « التركيب المتعدد للطيف »  
 (Multipliet strukturendes Spekern) . وربما تكون من نتائج وساطته  
 قيامنا نحن الثلاثة برحلة فوق الدراجات خلال الجبال التى تربط بين  
 البينديكتبويرين (Bendiktbeuren) وأعالى الكيسيلبرج (Kessolberg)  
 بجوار بحيرة الفالشين (Walchensee) ثم من هنساک الى لويزاختال  
 (Loisachtal) . وكانت هذه هى المرة الوحيدة التى تجرأ فيها فولفجانج  
 على الدخول الى عالمى . وقد أدت هذه الرحلة من خلال أحاديثنا الثلاثية  
 أو الثنائية بين فولفجانج وبينى التى استمرت بعد ذلك فى ميونخ الى  
 ثمار هائلة . واذن فقد وجدنا أنفسنا فجأة فى مسيرة واحدة لبضعة أيام  
 متوالية تسلقنا فيها قمة الكيسيلبرج نجر عجالتنا فوق الطريق شديد  
 الانحدار ثم مررنا على طول الطريق الموازى للحافة الغربية لبحيرة  
 الفالشين ولم أكن أظن أثناء هذه اللحظات الرائعة أن هذه البقعة من  
 الأرض ستصبح يوما ما نقطة انعطاف هامة فى حياتى القادمة . لعل أذكر  
 أننا قد مررنا أيضا بالموضع الذى ارتكن اليه عازف القيثارة العجوز وابنته  
 أثناء رحلتهما الى ايطاليا فى قصة جوتى « عربة البريد » (Post Kutsche)  
 كنموذج لمجنون وعازف القيثارة فى فيلهلم ماىستر (Wilhelm Meister)  
 من فوق البحر المظلم هناك استطاع جوتى لأول مرة ، كما يروى فى  
 مذكراته ، أن يشاهد الجبل العالى الذى هامت قمته فوق السحب . بالرغم  
 من أن قلوبنا اختلجت لهذه الصورة الرائعة فقد دارت محاوراتنا هناك  
 حول المشاكل الخاصة بدراستنا وباهتماماتنا العلمية : سألتنى فولفجانج  
 فى إحدى جلساتنا فى مطعم جرايناو (Grainau) عما اذا كنت قد  
 فهمت النظرية النسبية لأينشتين التى لعبت دورا هاما فى الحلقة العلمية  
 لزومر فيلد . وقد أجبتة بأننى لا أعرف ما تعنيه كلمة « فهم » فى علمنا .  
 فبالرغم من أن العمليات الرياضية المصاحبة للنظرية النسبية لم تكن معقدة  
 حين اشتقاقي لها ، فإن ذلك لا يعنى أننى قد تمكنت من « فهم » النظرية  
 النسبية . اننى لا أعرف مثلا السبب فى أن ما يعنيه مشاهد متحرك  
 بكلمة « زمان » يكون مختلفا عما يعنيه مشاهد ثابت . ان هذه الحيرة  
 الناجمة من مصطلح الزمان مازالت شيئا رهيبا بالنسبة لى وبالتالى فهى  
 غير مفهومة .

**فولفجانج :** « ولكن ، بما أن العمليات الرياضية ميسرة لك ، فانك  
 تستطيع أن تحسب لكل تجربة معينة الزمن الذى يقيسه « المشاهد

الثابت ، والزمن الذى يقيسه « المشاهد المتحرك » . وبما أنك تعرف أننا نملك كل الأسباب لافتراض أن التجربة العملية تمضي تماما كما تتوقع حساباتنا ، فاذن ما الذى تطلبه أكثر من هذا ؟ .

هيزنبرج : « تلك النقطة بالذات هى مصدر صعوبتى » اننى لا أعرف أيضا ما الذى يمكننى طلبه أكثر من هذا . ولكننى أحس أن المنطق الذى تسير وفقا له العمليات الرياضية يخدعنى على نحو ما . أو يمكنك أن تقول ، أننى قد فهمت النظرية النسبية بالعقل ولكن لم أفهمها بالقلب بعد . اننى أعتقد أننى أعرف ما تعنيه كلمة « زمان » حتى بدون أن أتعلم الفيزياء ، كما أن تفكيرنا ومعاملاتنا اليومية تفترض هذا المفهوم الزمانى الساذج . ربما أستطيع أن أعبر عن هذا الموقف بقولى : ان فكرنا يستند على أن هذا المفهوم الذى نكتسب من خبراتنا اليومية صحيح وأننا نحقق به نجاحا مستمرا . أما اذا أردنا الآن القطع بما يعنيه هذا المفهوم ، فاننى لا أعرف ما اذا كانت لغتنا وفكرنا أدوات قادرة على التعبير عن ذلك . اننى أيضا لا أريد الاستناد الى كائنا الذى يصف « الحيز » و « الزمان » أولا « كاشكال ظاهرية » وبذلك يعطى هذه الأشكال الأساسية صورا مطلقة تتفق مع مفهومنا لها فى الفيزياء القديمة . ان ما أريد أن أقوله اذن هو أن اللغة والتفكير يصبحان محل شك عند استخدامهما فى التعبير عن مفاهيم أساسية مثل هذه ، ومن المعروف أن « الشك » لا يتفق مع « الفهم » .

اوتسو : « بالطبع فان المفاهيم المختلفة - كالحيز والزمان - تظهر فى مدرسة كائنا وكأنها تحتل معانى ثابتة لا يمكن تغييرها . ولكن ذلك يوضح لنا فقط أن هذه المدرسة الفلسفية على خطأ . اننى لا أضع أهمية لمثل هذه الجمل الخطابية حول « جوهر (das Wesen) » الحيز » و « الزمان » . ربما أنك قد شغلت نفسك كثيرا بالأمور الفلسفية ، ولكن عليك أن تتبنى التعريف القائل « ان الفلسفة تعنى الانتهاك المنظم لمسميات ذاتية أقيمت لهذا الغرض (١) » . اننا يجب علينا أن نرفض كل اعلان مطلق منذ البدء . وفى الواقع يجب علينا فقط استخدام الكلمات التى يمكن اسنادها الى ادراك حسي مباشر وبالطبع فانه من الممكن مبدئيا احلال كل ادراك حسي بالمشاهدة الفيزيائية المعقدة . عندئذ يصبح من الممكن فهم الكلمات والمصطلحات

---

(١) Philosophie ist der systematische Missbrauch einer eignes zu diesem Zweck erfundenen Nomenklatur.

التي نستخدمها بلا تعقيد . لقد تركز النصر الكبير الذي أحرزه أينشتاين في إعادة اسناد المصطلحات الى ما يمكن مشاهدته بالفعل ، ولذلك فانه قد انطلق في نظريته النسبية من الاقتناع البسيط بأن « الزمان » هو ما نقرأه من ساعاتنا . اذا التزمنا بهذا الاقتناع البسيط فاننا لم نصطدم بأي صعوبات في فهم مصطلح الزمان وطالما أن نظرية ما قد أدت الى التنبؤ الناجح لنتائج المشاهدات ، فانها تزودنا بذلك بكل ما هو مهم في عملية « الفهم » .

**فولفجانج :** « ان ما تقوله يعد صحيحا فقط تحت افتراضات مهمة لا يجب تركها دون ذكر . أولا : يجب التأكيد من أن تنبؤات النظرية واضحة وخالية من المتناقضات ، وهذا المبدأ قد تحقق في النظرية النسبية من خلال العمليات الرياضية التي يسهل النظر اليها . وثانيا : يجب أن نستنتج من التركيب المجرب للنظرية « الظواهر التكرارية » التي يمكن تطبيق النظرية عليها وتلك المخالفة لذلك اذا لم يتوافر هذان الشرطان فانه يصبح من السهل تفنيد النظرية ، وذلك لاعتقادي أنه لا توجد نظرية يمكنها التنبؤ بكل الظواهر التكرارية في هذا الكون . وحتى اذا توافر الشرطان السابقان ، أى اذا استطعنا التنبؤ بكل الظواهر التكرارية التي يمكن تطبيق النظرية عليها ، فأنى لست متأكدا تماما ما اذا كان من حقنا عندئذ القول بأننا قد فهمنا النظرية . بل اننى أستطيع تصور عكس هذه القضية وهو أنه يمكننا أن نفهم تماما المجال الذي يمكن تطبيق النظرية عليه ولكننا لا نستطيع بدقة التنبؤ الحسابي لنتائج المشاهدات المستقبلية » .

عندئذ حاولت استخدام الأمثلة التاريخية في برهان شكى في المساواة بين « امكانية التنبؤ الحسابي » و « عملية الفهم » .

**هيزنبرج :** « لعلك تعرف أنه في عصر الاغريق قد فكر الفلكي ارستارخ (Aristarch) في احتمال أن تكون الشمس هي مركز نظامنا الكوكبي وليست الأرض ، ولكن هذه الفكرة رفضت من قبل هيبارخ (Hipparch) ثم تبذرت في عالم النسيان ، وأن بطليموس (Ptolemaus) قد انطلق من مبدأ أن الأرض

(١) ولد في عام ٣٢٠ ق.م .

(٢) ولد ١٩٠ - ١٢٠ ق.م .

(٣) Claudius Ptoleuios أحد علماء الجغرافيا والفلك والرياضيات المصريين

عاش في الاسكندرية بين ٨٥ - ١٦٠ ميلادية .



ثابتة في مركز نظامنا الكوكبي واستطاع بذلك أن يحسب مدارات الكواكب كترجمات كثيرة من أشكال هندسية مختلفة ، وتمكن بهذه الطريقة من حساب كسوف الشمس وخسوف القمر بكل دقة. كما أنه من المعروف أن نظرية بطليموس قد استمرت سارية المفعول لقرن ونصف من الزمان باعتبارها أساسا راسخا لعلم الفلك . ولكن هل فهم بطليموس نظامنا الكوكبي حقا ؟ ألم يكن نيوتن - الذي عرف « قانون القصور الذاتي » وأدخل « القوى » كفلك لتغيير « كميات الحركة » - هو الذي فسر فعلا حركة الكواكب باستخدام « قوة التثاقل » ؟ ألم يكن نيوتن هو أول من « فهم » « نظامنا الكوكبي » ؟ ان هذه المشكلة تعتبر بالنسبة لي قضية حاسمة . أو لناخذ مثلا آخر من التاريخ الحديث للفيزياء . عندما اكتشفت « الظواهر الكهربائية » في نهاية القرن الثامن عشر ، استطاع الفيزيائيون اجراء حسابات دقيقة « للقوى الكهروستاتيكية » التي تعمل بين جسمين مشحونين - هذا ما درستته عند زومر فيلد - ، ثم ظهر بعد ذلك الرأي القائل بأن « الأجسام » - تماما كما هو الحال في « ميكانيكا نيوتن » - هي « الحاملة للقوى » . ولكن فقط عندما غير العالم الانجليزي فاراداي (1) (Faraday) القضية الى سؤال حول « مجال القوى » ، أو بمعنى آخر الى السؤال حول « توزيع القوى » في « الحيز » و « الزمان » ، استطاع بذلك التوصل الى أسس فهم « الظواهر التكرارية الكهرومغناطيسية » ، تلك التي نجح ماكسويل (2) (Maxwell) في التعبير عنها رياضيا .

**أوتو :** « انني اعترف أن هناك درجة اختلاف معينة ولكنني لا أرى اختلافا جوهريا . لقد كان علم الفلك البطليموسي جيدا جدا والا لما استمر تدريسه خمسة عشر قرنا من الزمان . » كما أن علم الفلك النيوتيني لم يكن في البداية أكثر حظا . ولكن بمرور الوقت فقط استطاع الفلكيون استخدام « ميكانيكا نيوتن » في التنبؤ الحسابي الدقيق لحركة الأجسام السماوية واستنباط المدارات في نظامنا الكوكبي بطريقة أدق مما قام به بطليموس . انني في الواقع لا أستطيع التسليم بأن نيوتن قد قدم شيئا أساسيا أفضل من

(1) Michael Faraday فيزيائي انجليزي ( ١٧٩١/٩/٢٢ - ١٨٦٧/٨/٢٥ )

(2) James Clerk Maxwell فيزيائي انجليزي ( ١٨٣١/٦/١٣ - ١٨٧٩/١١/٥ )

بطليموس • لقد أعطى فقط « تمثيلا رياضيا » آخر لحركة الكواكب وقد ثبت على مر القرون أن هذا التمثيل هو الأكثر نجاحا •

**فولفجانج :** « اننى أعتقد أن علم الفلك النيوتينى يختلف جوهريا عن ذلك البطليموسى • لقد غير نيوتن القضية برمتها • انه لم يسأل عن الحركة التى تقوم بها الكواكب ولكن عن عللها • لقد وجد هذه العلل فى « القوى » ومن ثمة فقد اكتشف أن « القوى » فى « نظامنا الكوكبى » أسبق من « الحركة » التى يمكن وصفها عن طريق قانون التثاقل • وعندما نقرأ الآن بأننا قد فهمنا فقط منذ عصر نيوتن « حركة الكواكب » فاننا نعنى هنا أننا نستطيع تفسير المشاهدات الدقيقة لحركة الكواكب المعقدة بواسطة شيء بسيط وهو « القوى التثاقلية » • بينما يستطيع بطليموس أن يصف « الحركة المعقدة » باستخدام « تراكمات أشكال هندسية » ولكنه يعتبر « الحركة » ذاتها شيئا وضعيا • أضف الى ذلك أن نيوتن قد بين أثناء دراسته « لحركة الكواكب » أن نفس الشيء يحدث فى حركة حجر مقذوف ، وتذبذب البندول وحركة الدوامة • ان كل هذه الظواهر المختلفة تستند عند نيوتن على نفس القانون الشهير « كتلة × عجلة = قوة » وبالتالي فان تفسيره للنظام الكوكبى يفوق كثيرا تفسير بطليموس •

**توتو :** « ان كلمة علة » هنا ، فى قولك « القوة علة الحركة » ، تمثل شيئا جميلا حقا ، ولكننا بذلك نكون قد خطونا خطوة صغيرة جدا الى الأمام • ذلك أن علينا أن نطرح السؤال عن « علة القوة » ؟ أو « علة التثاقل » ؟ وبالتالي فانه من المنطق أننا اذا عرفنا الاجابة على هذا السؤال نكون قد فهمنا « حركة الكواكب » أكثر من نيوتن ؟ وبالطبع يمكننا الاستمرار فى السؤال عن « علة علة التثاقل » ، وهكذا •• الى ما لا نهاية •

**فولفجانج :** « بالطبع يمكننا الاستمرار فى التساؤل الى ما لا نهاية ، فعلى هذا يستند كل علم • ولكن ذلك فى قضيتنا لا يعد مهما بالمرة • ان فهم الطبيعة يعنى بالقسطح النظر العميق فى العلاقات بين مكوناتها والتأكد اللامحدود من أننا قد عرفنا ميكانيكية تفاعلاتها الداخلية • ان مثل هذه المعرفة لا يمكن أن تتم عن طريق فهم ظاهرة واحدة أو مجموعة من الظواهر ، حتى لو اكتشفنا فيهم نظاما معينة ، ولكن ذلك يتم من خلال التعرف على مجموعة كبيرة جدا من الظواهر وامكانية اسنادها الى جذور بسيطة • عندئذ فان الثقة

فى هذه الجذور تستند الى الوفرة فى عدد الظواهر الطبيعية . ويقل احتمال الخطأ ، كلما اتسعت دائرة الظواهر وكلما كان المبدأ المشترك الذى تستند عليه بسيطا . وبالطبع فقد نستطيع بعد ذلك اكتشاف مبادئ أكثر شمولية ولكن هذا لا يعتبر هدفا فى حد ذاته » .

**هيزنبرج :** « واذن فانك تقر بأننا نستطيع الاعتماد على النظرية النسبية لأنها تحمل وفرة كبيرة من الظواهر ، كتلك التى ترتبط بمجال « الديناميكا الاليكترونية للأجسام المتحركة » ، وتسندها الى جذور واحدة ، ولأن « العلاقة الموحدة » (einheitliche Zusammenhang) هنا تعتبر سهلة ويمكن اشتقاقها رياضيا . ومن هنا فانك تقر أيضا أننا نكون بذلك قد فهمنا النظرية النسبية ، بالرغم من أننا يجب أن نعود أنفسنا على معان جديدة – أو قل متغيرة – لمصطلحات « الحيز » و « الزمان » . »

**فولفجانج :** « نعم ، هذا ما أعنيه تقريبا . ان الخطوة الحاسمة لدى نيوتن ولدى العالم – الذى ذكرته أنت – فاراداي كانت تنصب على التركيب الجديد لمكونات السؤال وبالتالي الوصول الى بناء اصطلاحى واضح وجديد . ان «الفهم» بمعناه العام اذن هو تصورات ، وامتلاك مصطلحات ، يمكن بها التعرف على مجموعة كبيرة جدا من الظواهر كوحدة مترابطة ، وهذا يعنى امكانية ادراكها . ان تفكيرنا يهدأ عندما نتبين أن موقفا جديدا متميزا ومحيرا ما هو الا حالة خاصة من شىء عام يمكن دراسته بسهولة فى حد ذاته . ان اسناد المتعدد المختلف الى الشىء العام والسهل – أو كما قال الاغريق « اسناد الكثرة الى الوحدة » – هو ما نعنيه « بمبدأ الفهم » . كما أن « القدرة على التنبؤ الحسابى » تعتبر نتيجة للفهم أو نتيجة لامتلاك المصطلحات الملائمة ، ولكنها ليست مكافئة « للفهم » . »

**أوتو :** « الانتهاك المنظم لمسميات ذاتية أقيمت لهذا الغرض !! » اننى لا أرى لماذا نقوم بتعقيد الأمور هكذا ؟ . ان الأمر بسيط للغاية . اذا استخدمنا اللغة بحيث انها تستند الى المدرك المباشر فان ذلك لن يؤدى الى سوء الفهم ، وذلك لأننا سنعرف عندئذ المقصود بكل كلمة واذا التزمت أى نظرية بهذا الشرط فانا سنستطيع فهمها بدون فلسفة » .

**فولفجانج :** « ان شرطك الذى يبدو مقبولا عقليا هو – كما تعرف –



ما نادى به ماخ (١) (Mach) ، ويقال فى بعض الاحيان أن أينشتين قد اكتشف النظرية النسبية لالتزامه بفلسفة ماخ . ولكن مثل هذه الاستنتاجات تعتبر خلطا للأمور . انه لمن المعروف أن أينشتين لم يعتقد فى وجود الذرات ، لأنه استطاع أن يبرهن بحق على أننا لا نستطيع مشاهدتها مباشرة . ولكن هناك وفرة غزيرة من الظواهر فى الفيزياء والكيمياء ، نأمل الآن فهمها ، بعد أن اعترفنا بوجود الذرات . وفى هذا الموضع يبدو أن ماخ قد ضل طريقه باستخدامه لمبدئه الأساسى الذى تحبذه أنت أيضا . وائنى لا أريد اعتبار هذا مصادفة بحتة .

**أوتو :** « إن كل انسان خطأ . ولكن لا يمكن أن يكون ذريعة لتمثيل الأشياء بطريقة معقدة أكثر مما هى عليه . ان النظرية النسبية فى الواقع تعد سهلة لدرجة أننا نستطيع أن نفهمها فعلا ، أما النظرية الذرية فمازال الموقف فيها غامضا . »

مع نهاية حديثنا هذا كنا قد وصلنا الى ميونخ ولكن المحاورات استمرت بعد ذلك فى الحلقات العلمية هناك وفى كثير من الأحيان مع أستاذنا زومر فيلد نفسه . دار الموضوع الأول للحلقة العلمية لزومر فيلد حول التجربة الهامة التى أجراها العالم الانجليزى رذرفورد (٢) وحول نظرية بوهر (٣) ، الذرية التى يعتبر فيها الذرة « كنظام كوكبى » مصغر تقع فى مركزه « النواة » التى تمثل كتلة الذرة كلها بالرغم من أن حجمها أصغر كثيرا من حجم الذرة وتدور حولها « الاليكترونات » مثل الكواكب . لكن « مسارات » هذه الاليكترونات لا تتعين عن طريق القوى أو ما قبل التاريخ كما أنها لا تتغير بفعل الاضطرابات الخارجية ولكنها تتحدد عن طريق فروض أخرى ليس لها علاقة بميكانيكا الفلك المتعارف عليها . وهذه الفروض تعمل على تفسير الاستقرار الغريب للمادة ازاء المؤثرات الخارجية . و بناء على البحث الشهير لبلانك (٤) فى عام ١٩٠٠ . فقد سميت هذه الفروض « بشروط الكم » (Quantenbedingungen) . وقد أدت هذه الشروط الى « مبدأ العدديّة » (Zahlenmystik) الغريب فى الفيزياء الذرية الذى تحدثت عنه سابقا . أما بالنسبة للكميات التى تتعين بها المسارات المختلفة فهى أعداد صحيحة من التكرارات لوحدة

- 
- (١) Ernst Mach ، فيزيائى وفيلسوف ألمانى ( ١٨٣٨/٢/١٨ - ١٩١٦/٢/١٩ )  
 (٢) Ernest Rutherford ، فيزيائى انجليزى ( ١٨٧١/٨/٣٠ - ١٩٣٧/١٠/١٩ )  
 (٣) Niels Bohr ، فيزيائى دانمركى ( ١٨٨٥/١٠/٧ - ١٩٦٢/١١/١٨ )  
 (٤) Max Planck ، فيزيائى ألمانى ( ١٨٥٨/٤/٢٣ - ١٩٤٧/١٠/٤ )

أساسية تدعى « كم بلانك المؤثر » . وقد ذكرتنا هذه القواعد بملاحظات فيثاغورس التي يتم وفقا لها حدوث « الرنين المنتظم » بين خيطين متذبذبين اذا كانت أطوالهما تتناسب عدديا فيما بينهما بشرط أن تتساوى قوى الشد فى الخيطين . ولكن ترى ما هى العلاقة بين « مسارات الاليكترونات الكوكبية » وبين « الخيوط المتذبذبة » ؟ ، وكيف يمكننا تفسير عملية انبعاث الضوء من ذرات الأجسام الساخنة ؟ وفقا لهذه النظرية ، فان الاليكترون ينتقل قفزا من « مسار كمى » معين الى مسار آخر كما أن الطاقة المتحررة نتيجة هذه القفزة ييثرها الاليكترون على هيئة « حزمة ضوئية » أو « كم ضوئى » من « الأشعة المنبعثة » . ولم يكن من الممكن لنا أن نأخذ كل هذه التصورات مأخذا جادا لولا قدرتها على تفسير مجموعة كبيرة من التجارب . بيد أن هذا الحليط من « مبدأ العددية » و « التفسير الوضعى » لكثير من التجارب قد أثار لدينا نحن الشباب مزيدا من الرغبة فى الكشف عن الحقيقة . لقد أعطانى زومر فيلد بعد وقت قصير من بداية الدراسة مسألة تدور حول حساب « المسارات الاليكترونية » و « أعداد الكم » الخاصة بظاهرة ما كان قد شاهدها صديق له يعمل فى الفيزياء العملية . ولم يكن حل هذه المسألة صعبا ولكن النتيجة كانت غريبة فى حد ذاتها . فقد بدا لى أنه لتفسير النتائج العملية يلزم استخدام « أعداد كم صحيحة » و « بأنصاف أعداد كم » أيضا ، مما يتناقض مع روح « نظرية الكم » و « مبدأ العددية » لزومر فيلد . كان تعليق فولفجانج بهذا العدد مؤداه أننى سوف أدخل فى المستقبل « أرباع أعداد كمية » ثم « أثمان أعداد كمية » وهكذا حتى تتحطم كل « نظرية الكم » على ساعدى . ولكن التجارب بعد ذلك أكدت أهمية استخدام « أنصاف أعداد كمية » وبذلك فقد صارت « أنصاف الأعداد » هذه عنصرا جديدا من ضمن العناصر التى أشرت اليها سالفنا والتى توجب علينا تفسير مغزى وجودها . اهتم فولفجانج آنذاك بمشكلة أكثر صعوبة من مشكلتى تدور حول اختبار صحة نظرية بوهر و « شروط الكم » لبوهر وزومر فيلد عند تناول نظام معقد يمكن حله بطرق الفلك المعروفة . وذلك بعد أن تطرق الشك اليها فى ميونخ بشأن النجاح الحالى « لنظرية الكم » ، ومدى قابلية تطبيقها على النظم المعقدة .

فى يوم من الايام سألنى فولفجانج بعد حلقتنا العلمية السؤال الآتى :

فولفجانج : « هل تعتقد حقا أن هناك شيئا مثل « مسارات الاليكترونات » فى ذرة ما ؟ » .

**هيزنبرج :** « بالطبع فانه من الممكن مشاهدة « مسارات الاليكترونات » في « غرفة الضباب » (١) مباشرة . ان الشريط المركز المضيء فوق قطرات الماء يبين لنا أين سار الاليكترون . واذا كان هناك « مسار للاليكترون » في « غرفة الضباب » فلا بد وأن يكون هناك مسار داخل الذرة . غير أنني أعترف أنني أشك أيضا بعض الشيء في هذا . وذلك لأننا نعتبر « مسار الاليكترون » بناءا على « ميكانيكا نيوتن الكلاسيكية » الا أننا نعطيه من خلال « شروط الكم » نوعا من « الاستقرار » لا يجب أن يكون في حوزته وفقا لهذه الميكانيكا . كما أننا نزعّم بأن الاليكترون يقفز من مسار الى آخر وتنبعث خلال عملية القفز « كميات من الأشعة » ، غير أننا لا نقول شيئا عن عملية القفز هذه . هل هي أفقية ؟ أو رأسية ؟ أو أنها في اتجاه آخر ؟ واذا فرضنا الآن أن كل تصوراتنا عن « مسارات الاليكترونات » في الذرة لا تعدو الهواء ! فماذا اذن بعد ذلك ؟ »

**فولفجانج :** « انها أسطورة رهيبة حقا . اذا كان الاليكترون يسير في مسار محدد داخل الذرة فلا بد أن تكون له « ذبذبة دورية » محددة واذن فلا بد - وفقا لقوانين « الديناميكا الكهربائية » - أن تنبعث منه « اهتزازات اليكترونية » بوصفه شحنة متحركة دوريا ، مما يعنى انبعث ضوء له هذه الذبذبة . والا فان ذبذبة الاهتزاز للشعاع المنبعث تكمن في مكان ما بين ذبذبة المسار قبل القفزة الرهيبة وبعدها . وكل هذا يعتبر في الواقع جنونا بلا حدود . »

**هيزنبرج :** « بالرغم من أنه جنون ، فهو مطابق للواقع » .

**فولفجانج :** « ربما يزعم نيلز بوهر الآن أنه يعرف « المسارات الاليكترونية » لكل ذرة في « الجدول الدوري للعناصر الكيميائية » ، بينما نعتقد هنا - اذا كنا صادقين مع أنفسنا - أنه لا وجود على الاطلاق لمثل هذه المسارات . بيد أن زومر فيلد ما زال يعتقد في وجودها أيضا . ولكن ماذا عن « مسار الاليكترون » في « غرفة الضباب » ؟ ١٩ . اننا جميعا نستطيع مشاهدة ذلك بالفعل . واذن فربما يكون نيلز بوهر محقا على نحو ما ، ولكننا لا نعرف على أي نحو . »

(١) أنبوبة مليئة ببخار الماء أو أبخرة أخرى تستعمل للتعرف على مسارات الاليكترونات أو أشعة ألفا ، وبيتا وجاما .



**هيزنبرج :** « اننى أعتبر فيزياء بوهر فاتنة للغاية بالرغم من كل هذه المشاكل . ان بوهر يعرف بالقطع أنه قد اعتبر فرضا متناقضا فى حد ذاته ، وبالتالي فلا يمكن أن يكون هذا الفرض صحيحا . ولكن بوهر لديه غريزة صادقة لكيفية بناء نظرية كاملة على هذا الفرض تعتبر مطابقة للأحداث الذرية . ان استخدام بوهر للميكانيكا الكلاسيكية ، و « نظرية الكم » هنا يشبه تماما استخدام الرسام للفرشاة أو الألوان . بالطبع فان أى صورة لا تتحدد من الألوان والفرشاة ولكنهما لازمتان فى اخراج ما يدور فى مخيلة الفنان بطريقة غير مكتملة . ان بوهر يعرف تماما تصرف الذرات أثناء الظواهر الضوئية ، وأثناء « التفاسعات الكيميائية » وقد أكسبته هذه المعرفة عن طريق الحدس تصورا لتركيب الذرات المختلفة . وهو يريد أن ينقل هذه الصورة الى الفيزيائيين الآخرين باستخدام العوامل المساعدة الغير مكتملة ، أى « المسارات الاليكترونية » و « شروط الكم » .

واذن فانه لا يوجد دليل لدينا على أن بوهر يعتقد فى وجود « المسارات الاليكترونية » فى الذرات . ولكنه مقتنع بوجود صورة معينة . وعلينا ألا نعتبر وجود تعبير لغوى أو رياضى مناسب عن هذه الصور مأساة محققة ، بل واجب مفر لنا .

**فولفجانج :** « اننى أريد أن أتوصل الى ما اذا كانت فروض بوهر وزومر فيلد تؤدي الى نتائج معقولة فى المشكلة التى أرغب حلها . اذا لم يكن ذلك هو الحال ، وهو ما أكاد تخمينه بالفعل ، فان علينا أن نقر بفشل هذه الفروض وبذلك نكون قد أنجزنا خطوة الى الأمام . ولكن دعنى أعترف هنا أن صورة بوهر تعتبر صحيحة على نحو ما . بيد أننى لا أعرف كيف يمكن تفسيرها وما هى القوانين الحقيقية التى تكمن خلفها ؟ »

بعد بضعة أيام سألنى زومر فيلد فجأة - بعد مناقشة طويلة حول نظرية بوهر الذرية - « هل تريد التعرف على نيلز بوهر شخصيا ؟ » ان بوهر سيأتى قريبا الى جوتنجن **Gottingen** لالقاء سلسلة من المحاضرات حول نظريته ، وأنا مبدعو الى هذه المحاضرات ، وأستطيع أن آخذك معى . مرت من جانبى لحظات من التردد ، ذلك أن السفر بالقطار الى جوتنجن والعودة من هناك كانا يمثلان عبئا ماديا لا يمكن حله . ربما لاحظ زومر فيلد تلك السحابة فوق وجهى فأردف مسرعا بأنه سيفطى تكاليف رحلتى وبالتالي فقد كانت اجابتي واضحة على التو .

زين الصيف المبكر لعام ١٩٢٢ جوتنجن ، تلك المدينة الودية المليئة بالفلات والحدائق على منحدر الهاينبرج (Hainberg) ، بالحشائش اليناعسة والورود وأحواض الزهور الجميلة حتى أن بريقها كان مبعثا للوصف الذي أطلقناه على محاضرات بوهر « حفلات بوهر الموسمية في جوتنجن » ، وظلت معه صورة المحاضرة الأولى ثابتة في ذاكرتي على الدوام . كانت قاعة المحاضرات مكتظة للغاية حين وقف الفيزيائي الدانمركي بقوامه الاسكتلندي مطأطئا الرأس مشرق الوجه فوق البوديوم الذي أضاعته أشعة الشمس الساقطة من النافذة البعيدة في القاعة . انطلق بوهر يتحدث بصوته المنخفض تعلوه لكنة دانمركية خفيفة وعندما وصل الى شرح الفروض التي قامت عليها نظريته بدأ يختار كلماته بعناية فائقة وحذر شديد أكثر من ذلك الذي تعودناه من زومرفيلد وقد تجلت خلف كل تعبير من تعبيراته المختارة سلسلة طويلة من الأفكار العميقة قيلت بداياتها وذابت نهاياتها في موقف فلسفي مثير للغاية . لقد بدأ مضمون المحاضرة جديدا وليس جديدا في نفس الوقت . فمن خلال دراستنا لنظرية بوهر لدى زومرفيلد كان موضوع المحاضرة الأولى معروفا لنا ولكن الطريقة التي عرض بها بوهر نظريته جعلتها تبدو مختلفة تماما . لقد كان واضحا أن بوهر قد حصل على كل نتائج من خلال التخمين والحدس وليس عن طريق الحسابات والبراهين المثبتة ، وبالتالي فلم يكن من السهل له أن يدافع عن آرائه أمام مدرسة الرياضيات المتقدمة جدا في جوتنجن (١) . بعد كل محاضرة كانت تعقد مناقشات طويلة كنت أصغى اليها بتحفز كبير وكلما أردت أن ألقى سؤالا أخذني التردد والخوف فالتزم الصمت حتى تجرأت بعد المحاضرة الثالثة وقررت أن أوجه سؤالا . لقد ذكر بوهر كل أبحاث كرامر التي تناولتها بالشرح في حلقة زمرفيلد العلمية ثم قال في النهاية : بالرغم من أن أسس النظرية لم تفسر بعد فانه يمكننا أن نطمئن الى أن نتائج كرامر صحيحة وأن التجارب العملية ستؤيدها في المستقبل . وعليه فقد وقفت وقدمت اعتراضنا الذي استنتجناه عن طريق محاوراتنا في ميونخ والذي أدى الى الشك في نتائج كرامر . لقد لمس بوهر أن الاعتراض يعتمد على دراسة وافية وعميقة لنظريته . كانت اجابة بوهر مترددة وأحسست منها أن القلق قد اعتراه بسبب هذا الاعتراض ، في نهاية

(١) كان ذلك هو العصر الذهبي للرياضيات الحديثة تحت قيادة علماء مثل دافيد هيلبرت ( ١٨٦٢/١/٢٣ - ١٩٤٣/٢/١٤ ) ، ريشارد كورنت ( ١٨٨٨/١/٨ - ١٩٧٢/١/٢٧ ) ، فيليكس كلاين ( ١٨٤٩/٤/٢٥ - ١٩٢٥/٦/٢٢ ) ، فالتر ريتز ( ١٨٧٨/٢/٢٣ - ١٩٥٩/٧/٧ ) وآخرين .

المناقشة جاء بوهر وسألني ما اذا كان من الممكن أن نخرج بعد الظهر في جولة فوق جبال الهالين (Hainberg) وذلك لكي نتناول الحديث حول أسئلتى بإفاضة أكثر . لقد كان لهذه الجولة أكبر الأثر في حياتي العلمية بعد ذلك ، بل ربما أستطيع أن أقول ان كل تطوري العلمي الحقيقي قد بدأ فعلا بهذه الجولة .

أخذنا الطريق الى أحد الممرات الغابية فوق المرتفعات التي كللتها أشعة الشمس والتي أمكننا منها رؤية المدينة كلها وانتعرف على أبراج كنيسة يوحنا ويعقوب وحتى كل المرتفعات على الجانب الآخر . بدأ بوهر الحديث بأن عاد الى المناقشة التي تمت في الصباح :

بوهر : « لقد أثرت في الصباح بعض التحفظات ضد أعمال كرامر . ويجب على أن أقر على التو بان تحفظاتك مفهومة تماما . اننى أعتقد أنه يجب على أن أوضح لك موقفى بشئ من التفصيل . اننى أساسا متفق معك أكثر مما تعتقد ، كما اننى أعرف بالطبع أن علينا أن نكون حذرين بشأن كل ما نزعمه حول « التركيبات الذرية » ربما يجب على أن أبدأ بإخبارك بعض الشئ عن تاريخ هذه النظرية . ان البداية لم تكن فكرة أن الذرة عبارة عن « نظام كوكبى مصغر » وأنه يمكننا تطبيق قوانين الفلك عليها . اننى لم آخذ هذا حرفيا هكذا ، ولكن نقطة البداية بالنسبة لى كانت تنحصر فى « استقرارية المادة » (Stabilität der Materie) التي تعتبر إحدى المعجزات من وجهة النظر الفيزيائية . اننى أعنى بكلمة « استقرار » هنا أنه دائما وأبدا يتكون نفس العنصر بنفس خصائصه ، وأن نفس البلورة تتكون دائما ، ونفس الرابطة الكيميائية تخلق مرة أخرى ، . . . وهكذا . وهذا يعنى مثلا أنه مهما كانت التغييرات الناجمة عن طريق المؤثرات الخارجية ، فان « ذرة الحديد » تظل « ذرة حديد » لها نفس الخواص المحددة . ان ذلك لا يمكن فهمه وفقا « للميكانيكا الكلاسيكية » ، وخصوصا عندما نشبه الذرة « بنظام كوكبى » معين . ان الطبيعة اذن لديها الميل نحو تكوين أشكال محددة — وأعنى هنا المعنى العام لكلمة « شكل » — وهذه الأشكال حتى بعد اضطرابها وتحطيمها تتكون مرة أخرى ودائما وأبدا . اننا نستطيع أن نجد علاقات مماثلة فى البيولوجيا . هناك يتجلى ذلك فى « استقرار الأجسام الحية » ، ولكن الموضوع فى البيولوجيا يتعلق « بتركيبات » معقدة لا أريد الحديث عنها الآن . اننى أريد أن أتحدث هنا عن « الأشكال » البسيطة جدا التي نقابلها فى الفيزياء والكيمياء . ان وجود « العناصر



الأحادية « و « الأجسام الصلبة » ، كل هذا يعتمد على « استقرار الذرات » كذلك فإن حقيقة أننا نحصل من اسطوانة الاضاءة المملوءة بغاز معين دائما على ضوء له نفس اللون ونفس « خطوط الطيف » . كل هذا بالطبع ليس مفهوما بذاته ولكن على العكس فإنه يبدو غير مفهوم عندما نفترض « القوانين الأساسية لفيزياء نيوتن » ، أى « الحتمية السببية المقيدة للحدث (die Strenge Kausale Determiniertheit des Geschehens) وبمعنى آخر عندما يكون الموقف اللحظى نتيجة حتمية للماضى السابق له مباشرة . هذا التناقض بين « الاستقرار » و « الحتمية السببية » أثار قلقى منذ زمن بعيد . ربما كانت المعجزة الخاصة « باستقرارية المادة » ستظل لوقت طويل دون الانتباه اليها ، لو لم يسلط الضوء عليها فى عشرات السنين السابقة من خلال تجارب هامة من نوع آخر . لقد وجد بلانك - كما تعرف - أن « طاقة » أى « تكوين ذرى » تتغير « بلا استمرارية » ، وأنه خلال « انبعاث الطاقة » من هذه التكوينات توجد « وقفات » ذات طاقات محددة ، سميتها بعد ذلك « مستويات الثسبات » (Stationäre Zustände) . ثم تلت بلانك التجارب التى قام بها رذرفورد حول تركيب الذرة والتى أصبحت مهمة بالنسبة لكل التطورات اللاحقة . هناك فى مانشيستر استطعت التعرف على المشكل الكلى فى معمل رذرفورد . لقد كنت آنذاك فى سنك تقريبا وقد قيمت بأحاديث مستفيضة مع رذرفورد حول كل القضايا الخاصة بهذا الموضوع . كما قيمت هناك بأجراء أبحاث حول « ظاهرة التفريغ الضوئى » حيث أمكننى قياس « خطوط الطيف » الخاصة بكل « العناصر الكيميائية » . وبالطبع فإن هناك عديدا من التجارب الكيميائية الأخرى التى تضم وفرة غزيرة من المعلومات حول تصرفات الذرات . من خلال كل هذه التطورات التى عشتها عن قرب برز لى سؤال واحد عن العلاقة بين كل هذا . ان النظرية التى حاولت تكوينها لها واجب واحد وهو استنباط هذه العلاقة . ولكن هذا الواجب فى الحقيقة بلا أمل ، انه واجب من نوع لم نعهده من قبل فى العلوم الطبيعية . ذلك انه فى كل الفيزياء السابقة وفى أى علم آخر ، أمكننا دائما تفسير الظواهر الجديدة من خلال المصطلحات والطرق التى فى متناول أيدينا وعليه فقد أمكننا اسناد هذه الظواهر الى ظواهر وقوانين معروفة من قبل . أما فى حالتنا هذه فإن « استقرارية المادة » تجعل « فيزياء نيوتن » غير سارية المفعول داخل الذرة ، ولكنها على احسن الظروف تستطيع فقط تزويدنا بنقط.

ارتكاز ومن هنا فأننى أعتقد أنه لن يكون هناك « وصف ظاهرى »  
« لتركيب الذرات » ، ذلك لأن مثل هذا الوصف لابد وأن تستخدم  
فيه « مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية » التى لا تستطيع ادراك  
ما يحدث داخل الذرة . لعلك تفهم الآن ، أننا بنظرية كهذه التى  
اقترحناها نقوم بمحاولة شئ مستحيل . ذلك أننا يجب أن نقول  
شيئا عن « تركيب الذرة » ولكننا لا نملك « اللغة » التى نستطيع  
بها التعبير عما نريده بطريقة مفهومة . واذن فان موقفنا يشبه  
المسافر بالبحر الذى يريد الذهاب الى أرض بعيدة لا تختلف فيها  
ظروف الحياة عما يعهده فقط بل ان اللغة التى يتحدثها الناس هناك  
غير معروفة له أيضا . ان الفهم بالنسبة له يعد مطلباً أساسياً لكنه  
لا يملك أداة التفاهم نفسها . فى مثل هذه المواقف لا تستطيع  
نظرية معينة أن تقوم بالتفسير بالمعنى المتعارف عليه فى كل فروع  
العلم الأخرى ، ومن هنا فان علينا فقط الإشارة الى العلاقات الكامنة  
والتقدم بعناية فى محاولة الكشف عنها . هذا هو أيضا المقصود  
من حسابات كرامر ، وربما لم أكن حذرا فى تعبيراتى بهذا الشأن  
فى صباح اليوم .

لقد شعرت مباشرة من كلمات بوهر هذه كيف أن كل الشكوك  
والاعتراضات التى طرحناها فى ميونخ كانت معروفة له . ولتأكيد أننى  
قد فهمت ما أراد قوله وجهت اليه السؤال الآتى :

« هيزنبرج : « ما الذى تعنيه اذن تلك « الصور الخاصة بالذرات » التى  
استعرضتها وتحدثت عنها فى الأيام الأخيرة والتى أسندتها الى  
أسباب معينة ؟ ترى ما الذى تعنيه هذه « الصور » ؟ » .

« بوهر : « لقد كونا هذه « الصور » بناء على تجاربنا وخبراتنا ، أو اذا  
أحببت لقد خمنناها وفقا لهذه التجارب ولم نكتسبها عن طريق  
الحساب باستخدام نظرية معينة . اننى أتمنى أن تتمكن هذه  
« الصور » من وصف « التركيبات الذرية » بطريقة جيدة بقدر  
ما هو مسموح به فى « اللغة الظاهرية للفيزياء الكلاسيكية » .  
ويجب أن يكون واضحا لنا الآن أن « اللغة » التى نستخدمها هنا  
تلعب نفس الدور الذى تلعبه « اللغة » فى الشعر . هناك أيضا  
لا تستعمل « اللغة » فى الوصف الدقيق للظروف والموضوعات  
ولكن فى تكوين « صور » فى شعور المستمع وخلق علاقات فكرية  
لديه . »

هيزنبرج : ولكن كيف يمكننا احراز خطوات تقدمية هنا ؟ فى النهاية يجب على كل حال على الفيزياء أن تكون علما مضبوطا ودقيقا .

بوهر : « اننا نتوقع أن تناقضات « نظرية الكم » والانعطافات الغامضة التى ترتبط « باستقرارية المادة » ستتضح شيئا فشيئا بكل تجربة جديدة فى هذا المجال . اذا حدث هذا ، فإن علينا أن نأمل أن تتكون مصطلحات جديدة بمرور الوقت نستطيع بها أن نفسر تلك العمليات الذرية الغامضة . ولكننا مازلنا بعيدين عن تلك اللحظة » .

ذكرتنى أفكار بوهر برأى روبرت الذى تحدث عنه أثناء رحلتنا بجوار بحيرة شتارنبرج ، وهو أن « الذرات » ليست « أشياء » . وذلك لأنه بالرغم من اعتقاد بوهر فى المامه بتفاصيل كثيرة حول التركيب الداخلى للذرات الكيميائية فإن الاليكترونات التى تتركب منها « أغلفة » هذه الذرات قد بدت له وكأنها ليست أشياء ، أو - على كل حال - ليست أشياء بمفهوم « الفيزياء الكلاسيكية » التى يمكن وصفها عن طريق مصطلحات مثل « الموضع » ، « السرعة » ، « الطاقة » و « التمدد » ، ومن هنا فقد سألت بوهر :

هيزنبرج : « اذا لم يكن لدينا وصف واضح « للتركيب الداخلى للذرات » ، كما تقول ، واذا لم تكن فى الواقع نملك « اللغة » التى نستطيع الحديث بها عن هذه « التركيبات » ، فهل سنستطيع فعلا « فهم » الذرات فى يوم ما ؟ » .

بوهر : « نعم ، ولكننا عندئذ سوف نتعلم ما تعنيه كلمة « فهم » .

أثناء ذلك كنا قد وصلنا الى قمة جبل الهالين حيث توجد القهوة المسماة « بالعودة » : حيث بدأنا رحلتنا الى الوادى مرة أخرى متجهين ناحية الجنوب مأخوذين بالتلال والغابات والقرى فى وادى اللالين (Leintal) . بعد برهة من الصمت واصل بوهر الحديث قائلا :

بوهر : « لقد تحدثنا حتى الآن حول أشياء صعبة كثيرة وقصصت عليك كيف دخلت هذا الميدان العلمى ، ولكننى لم أعرف شيئا عنك بعد . انك تبدو صغيرا فى السن وربما يعتقد الانسان أنك قد بدأت بدراسة الفيزياء الذرية قبل دراستك للفيزياء الكلاسيكية . لعل زومر فيلد قد أدخلك مبكرا الى عالم الذرات المليء بالمغامرة . ولكن كيف مرت عليك أيام الحرب ؟ » .



أبلغت بوهر أن عمري يقرب من العشرين وبالرغم من ذلك فأننى  
ما زالت فى الفصل الدراسى الرابع ، وبالتالى فأننى أعرف القليل عن  
الفيزياء الحقيقية . كما تحدثت حول الحلقات العلمية لزومر فيلد وكيف  
جذبتنى الحيرة والغموض فى نظرية الكم . بالنسبة للخدمة العسكرية  
أثناء الحرب فقد كنت صغيرا آنذاك ، كما أننى لا أعرف من أسرتنا أحدا  
قد اشترك فى الحرب سوى والدى الذى عمل كضابط احتياط فى فرنسا  
ولكنه سرعان ما عاد من الحرب جريحاً سنة ١٩١٦ . فى الأيام الأخيرة  
من الحرب عملت كصبي فى مزرعة بافاريا بالقرب من مقدمة جبال الألب .  
بالإضافة الى ذلك فقد عايشت الكفاح الثورى فى شوارع ميونخ ولكننى  
كنت بعيدا عن الحرب الحقيقية .

بوهر : « اننى أود أن أسمع الكثير عنك فى المستقبل وبذلك أتعرف  
على الأوضاع فى ألمانيا المجهولة لى حتى الآن . كذلك فأننى أريدك  
أن تحدثنى عن حركة الشيوعية التى روى عنها الفيزيائيون فى  
جوتنجن . ربما تود زيارتنا فى كوبنهاجن . أو لعلك تأتى لمدة  
طويلة الى هناك حتى نتمكن من العمل سويا فى مجال الفيزياء .  
وقد تتاح الفرصة لى عندئذ كى أعرفك على بلدنا الصغير وأحكى  
لك بعضاً من قصصها » .

عندما اقتربنا من مشارف جوتنجن انتقل حديثنا الى الفيزيائيين  
والرياضيين فيها ، الى ماكس بورن ، جيمس فرانك ، ريشارد كورانت ،  
ودافيد هيلبرت الذين تعرفت عليهم فى هذه الأيام ثم تناولنا باختصار  
احتمال مجيئى الى جوتنجن . هكذا بدا المستقبل أمامى مليئاً بالأمل  
والاحتمالات الرائعة التى رسمتها بألوان زاهية فى طريق العودة الى بيت  
الشباب الذى أقطن فيه بعد أن ودعت بوهر عند منزله .

## ٤ - التوعية بالسياسة والتاريخ

( ١٩٢٢ - ١٩٢٤ )

انتهى صيف عام ١٩٢٢ بخدعة كبرى لى ، فقد اقترح أستاذى  
دومر فيله أن أحضر اجتماع الباحثين فى العلوم الطبيعية والأطباء الذى  
سيعقد بمدينة ليبزيغ ( لايبتسيش Leipzig ) وسيقوم فيه أينشتين  
كأحد المحاضرين الرئيسيين بالقضاء بحث حول « النظرية النسبية العامة » .  
قام والدى بأهداء تذكرة السفر ذهابا وإيابا الى ليبزيغ وقد سررت  
جدا لأننى سأستطيع أخيرا سماع مكتشف « النظرية النسبية » يتحدث  
عنها بنفسه . عندما وصلت الى ليبزيغ قضيت بعض الوقت لاكتشاف  
أرخص بيوت الشباب سعرا وقد وجدته أخيرا فى أحقر أحياء المدينة .  
قابلت فى مبنى المؤتمر بعض الفيزيائيين الشبان الذين تعرفت عليهم  
قبل ذلك فى « حفلات بوهر الموسمية » ثم سألت عن مكان المحاضرة التى  
سيلقيها أينشتين بعد ساعات ، فى مساء نفس اليوم . لاحظت أن الجو  
متوتر بعض الشيء ولم أستطع فى بادئ الأمر تفسير أسباب ذلك التوتر  
ولكننى شعرت أن كل شيء هنا يختلف تماما عن جوتنجن . أمضيت  
الوقت حتى انعقاد المحاضرة فى جولة خلال المدينة حتى وصلت الى تمثال  
المعركة الشعبية (Vilkerschlact denkmal) الذى رقدت تحته فوق  
الحشائش وقد انتابنى الجوع والتعب بعد رحلة القطار الليلية ثم ذهبت  
فى نوم عميق . أيقظتنى من النوم فجأة حبات البرقوق تسقط فوق

رأسي . أمعنت النظر أمامي فإذا بفتاة صغيرة تجلس الى جوارى وتعرض على - اشفاء لغضبي - ما أريد الحصول عليه من الثمار التي ملأت سلتها . وبالطبع لم يكن لي الا أن أقبل هذه الصفقة اشفاء لهذا الجوع القاتل الذي تملكني . ذهبت بعد هذه الاكلة الدسمة الى قاعة المحاضرات الكبرى التي تشبه الى حد كبير صالات المسارح المحترمة حيث أبواب الدخول والخروج الصغيرة تحفها على الجانبين . ما أن هممت بدخول القاعة حتى تقدم الى شاب - عرفت بعد ذلك أنه يعمل معاونا لأحد أساتذة الفيزياء المشهورين في إحدى جامعات جنوب ألمانيا - وأعطاني قصاصة حمراء من الورق تم التحذير فيها من أينشتاين ونظريته النسبية . ان هذه النظرية - هكذا قرأت في الورقة - تدور حول خزعبلات طائشة ، بالغت الدعايات اليهودية التي تتعارض مع الكيان الألماني في قدرها بطريقة همجية . في اللحظة الأولى اعتقدت أن أحد المجاذيب - الذين يظهرون عادة في مثل هذه المؤتمرات - قد قام بطبع هذه الورقة . ولكن ما أن عرفت أن مؤلفها هو واحد من علماء الفيزياء التجريبيين المحترمين ، الذي تناول زومر فيلده أعماله في محاضراته ، حتى أحسست بخيبة الأمل الكبرى . لقد كنت مقتنعا أنه من الممكن إبعاد العلم كليا عن معارك الآراء السياسية المتطاحنة التي عرفت بكفاية أثناء الحرب الأهلية في ميونخ . والآن فقد بدا لي جليا أن العدوى قد أصابت الحياة العلمية وشوهتها بالعناء السياسي القبيح من خلال اناس ضعفاء ومرضى . لقد أدى مضمون الورقة بي الى أنني قد تركت كل التحفظات ضد « النظرية النسبية العامة » - التي ذكرها فولفجانج - وأصبحت مقتنعا تماما بصحتها . وذلك لأنني قد تعلمت من تجاربي في ميونخ أن الانسان لا يجب أن يحكم على اتجاه سياسي معين من خلال أهدافه المعلنة والتي ربما يستهدف الوصول اليها بالفعل ولكن من خلال الوسائل التي يجتهدا من أجل تحقيق هذه الأهداف . ان الوسائل القبيحة تدل على أن أصحابها لا يعتقدون ذاتهم في قوة الاقناع الكامنة في أهدافهم . كما ان الوسائل التي تبناها هنا أحد الفيزيائيين ضد « النظرية النسبية » تعتبر قبيحة وغير موضوعية ، لدرجة أن هذا المعارض لم يشق في قدرته على تنفيذ النظرية النسبية بناء على الحجج العلمية البحتة . بعد هذه الخدعة الكبرى لم أتمكن من الانتباه الكامل الى محاضرة أينشتاين ولم أحاول بعدها التعرف عليه شخصيا عن طريق زومر فيلده . لقد عدت متعبا الى بيت الشباب الحفير حيث عرفت أن كل ما أملكه من نقود وأمتعة قد سرق . عندئذ لم أملك الا الذهاب الى محطة السكك الحديدية وأخذ أول قطار الى ميونخ . شعرت أثناء السفر بحالة من الشك العميق لأنني لا أستطيع تحميل والدي بكل هذه الخسارة المادية وعليه فقد قمت



بالعمل كقاطع أشجار في حدائق فورستينريدر (Forstenrieder) الواقعة جنوب ميونخ . كان واجبي يتركز في قطع الأشجار التي أصابتها حشرات اللحاء وحرقت قشرتها الخارجية . وعندما تمكنت من جمع النقود التي تعوض خسائري في ليبزيغ عدت مرة أخرى إلى الفيزياء .

لم أذكر فيما سبق حادثة أينشتين هذه من أجل اللقاء الضوء على مرحلة غير سارة في حياتنا والتي يجب من الأحسن نسيانها ، ولكن لأنها قد لعبت دورا هاما يعد ذلك في محاوره مع نيلز بوهر حول الهوة الخطرة بين العلم والسياسة . لقد تركت هذه الحادثة في نفسي أثرا عميقا من الاحباط والشك في مغزى العلم على الإطلاق . وأخذت أتساءل بعدها لو أن الحقيقة لا تلعب الدور الأساسي هناك ، بل الصراع بين المصالح المختلفة فيما جدوى الاشتغال به ؟ لكن الذكريات حول الجولة مع بوهر فوق جبل الهالين قد تغلبت على هذا التشاؤم وانتابني الأمل مرة أخرى في أن تؤدي دعوتته لي إلى زيارة طويلة لكوبنهاغن مليئة بالمحاورات المثمرة . لقد مرت سنة ونصف حتى تمكنت من الذهاب إلى بوهر قضيتها في انجاز فصل دراسي بجامعة جوتنجن ثم القيام بتحضير رسالة الدكتوراه حول « استقرار تيارات السوائل » (Stabilität Von Flüssigkeits stromen) واجراء الامتحانات الخاصة بها ثم أخيرا في العمل لفصل دراسي كامل كمعاون لماكس بورن في جوتنجن . في أجازة عيد الفصح لعام ١٩٢٤ ذهبت إلى فارنموند (Warnemunde) لكي أستقل المعديّة التي تنقلني إلى الدينمرك وقد بهرت في الطريق لمشاهدة المراكب الشراعية والمراكب العسكرية القديمة ذات الدسر الأربعة التي ملأت بحر الشرق آنذاك . لقد أودت الحرب العالمية الأولى بمعظم السفن التجارية إلى قاع المحيط وبذلك فقد عادت المراكب القديمة إلى الظهور واستطاع المسافر الاستمتاع مرة أخرى برحلات عصر النهضة . عند وصولي إلى الميناء لاحظت أن هناك مشاكل عديدة بالنسبة لحقائي لم يكن من السهل التغلب عليها نظرا لعدم المامى باللغة الدانمركية . ولكن ما أن قلت أنني سأقوم بالعمل في معهد نيلز بوهر ، حتى فتح هذا الاسم كل الأبواب الموصدة واستطعت أن أتغلب في لحظات على كل العقبات . هكنا شعرت منذ البدء أنني قد استوطنت في تلك القطعة من الأرض الطيبة تحت رعاية إحدى الشخصيات الهامة . لكن الأيام الأولى في معهد بوهر لم تكن سهلة بالرغم من ذلك . لقد واجهت فجأة عددا كبيرا من الشباب المتألق الموهوب القادم من كل أنحاء الأرض وقد بدا أن معظمهم قد تفوق في معرفة اللغات المختلفة والتمرس بالعادات المتباينة لشعوب العالم . بل إن خبرتهم في علم الفيزياء كانت تفوق خبرتي المتواضعة . حتى نيلز بوهر كان كثير الانشغال بالأعمال الإدارية للمعهد وبالطبع فقد كنت متفهما لأنني لن أنال

من وقته أكثر من الباحثين الآخرين • بعد بضعة أيام جاء بوهر الى حجرتي وسألني عن رغبتى فى مصاحبته فى جولة خلال جزيرة زيالاند Sialland • ان فرص الحديث فى المعهد قليلة كما أنه يريد معرفتى عن كذب •

انتقلنا بواسطة الترام فى أول نهاية الأسبوع نحمل حقائب السفر فوق ظهورنا الى حافة المدينة ثم من هناك سيرا على الاقدام مارين بحديقة الحيوان التى كانت قديما منطقة متخصصة للصيد • ولم نر فيها سوى ذلك القصر القديم والمتحف فى المنتصف تحيطه أعداد كبيرة من الغزلان والحيوانات الأخرى • ثم واستأنفنا السير بعد ذلك جهة الشمال حيث مر طريقنا بجوار الشاطئ أحيانا وفى الغابات وبجوار البحيرات أحيانا أخرى وحيث ، ما زالت المياه هادئة والحشائش تغطيها خضرة الربيع الجميلة وعلى جانبي البحيرات انتشرت العشش الصيفية ذات الشبائيك المغلقة •

تناول حديثنا بسرعة الأحداث فى ألمانيا وأراد بوهر أن يعرف شيئا عن مغامراتى أثناء الحرب العالمية الأولى التى مرت عليها فى هذه اللحظة عشر سنوات كاملة •

بوهر : « لقد سمعت الكثير عن أيام اندلاع الحرب ، فقد مرت مجموعة من أصدقائى خلال ألمانيا سنة ١٩١٤ وأخبرتني عن موجة الحماس الكبرى التى انتابت الشعب الألمانى ولمست حتى المتفرجين فى الخارج ولكنها كانت مشبعة بالفرح • أليس من العجيب أن ثمة الحماس تستطيع جر شعب بأكمله الى الحرب بينما كان من الواجب على الناس معرفة عدد الضحايا بين الأصدقاء والأعداء ومدى الظلم الذى سيقع من كلا الجانبين ؟ هل تستطيع تفسير ذلك لى ؟ » •

هيزنبرج : « لقد كنت أثناء الحرب تلميذا صغيرا لم أبلغ الثانية عشرة من عمرى بعد ، وبالتالى فإن كل آرائى قد تكونت عن طريق ما فهمته من الأحاديث بين والدى وأجدادى • اننى لا أعتقد أن كلمة حماس تصف الموقف آنذاك بطريقة صحيحة ، فلم يكن هناك من بين أقاربي مثلا من كان مسرورا لما يجرى • كما أنهم جميعا قد وصفوا الحرب بأنها كانت عملا قبيحا • وإذا كان لى شرح ما حدث فاننى أقول : لقد شعرنا جميعا أن الموقف قد تأزم فجأة وبدا لنا أن كل المظاهر البراقة التى أحاطتنا قد خفت فى لحظة واحدة من خلال موت ولى عهد النمسا ، ومن هنا فقد أصبحت الحقيقة الصعبة مطلبا لم نستطع تفاديه حكومة وشعبا - أصبح

تحقيقها أمرا محتملا وعليه فقد عزمنا على الحرب يحف بنا القلق الشديد ولكن قلوبنا كلها كانت تحبذ ذلك . بالطبع فقد كنا مقتنعين بعدالة القضية الألمانية ، وذلك لأن ألمانيا والنمسا كانتا دائما وحدة متكاملة . وقد شعرنا أن مقتل الأمير فرانس فيرديناند وزوجته عن طريق أعضاء المخابرات الصربية يعتبر ظلما فاضحا وقع علينا جميعا . ومن هنا فقد تحتم علينا أن نخرج للدفاع عن أنفسنا ، وهذا القرار - كما قلت سابقا - اتخذته كل المواطنين في بلدنا بكل قلوبهم . مثل هذه الثورة المشتركة تكون دائما مصحوبة بشيء من النشوة والانفعال بل واللاعقلانية كل هذا حقيقى بالطبع . ولقد عرفت ذلك بنفسى فى الأول من أغسطس سنة ١٩١٤ حين سافرت مع والدى من ميونخ الى أوزنابروك (Osnabruck) لكى ينفذ أمر استدعائه كضابط احتياط .

كانت محطات السكك الحديدية مليئة بأناس يهتفون ويتسارعون بلا نظام ، قطارات البضائع زينتها الزهور والأغصان وملئت بالجنود والأسلحة . حتى آخر لحظة وقفت الفتيات والأمهات والأطفال حول عربات القطار تغنين وتبكين حتى فارق القطار الدهاليز . فجأة أصبح من الممكن الحديث بين الناس الغرباء وكأنهم أصدقاء منذ الأزل ، كل انسان أصبح يساعد الآخر بقدر ما يستطيع ، وكل العقول كانت مركزة على قدر واحد قادنا جميعا فى نفس القارب . اننى بالطبع لا أريد محو هذا اليوم من حياتى أو نسيانه . ولكن ما العلاقة بين هذا اليوم الغريب - الذى لا يمكن أن ينساه كل من عاشه - وبين حماس الحرب أو الفرح لاندلاعها ؟ اننى أعتقد أن كل شيء قد فسر بعد نهاية الحرب بطريقة خاطئة .

بوهر : « يجب عليك أن تعرف ، أننا نفكر فى بلدنا الصغير بطريقة مختلفة حول هذا السؤال الصعب . هل تسمح لى أن أتقدم بملحوظة تاريخية ؟ ربما يكون التوسع فى السلطة الذى كان من الممكن لألمانيا أن تكسبه فى القرن الماضى قد تبدد بسهولة . لقد كانت أولا الحرب ضد بلدنا فى عام ١٨٦٤ - التى تركت مرارة كبيرة بين مواطنينا - ثم النصر على النمسا سنة ١٨٦٦ ثم على فرنسا سنة ١٨٧٠ ، أثناء كل هذا بدا للألمان أنه من الممكن بناء امبراطورية فى وسط أوروبا بسرعة خاطفة . ولكن ذلك بالطبع لم يكن سهلا . فلتأسيس امبراطورية ما يلزم على الانسان ، حتى ولو كانت الحرب عملية حتمية ، أن يكتسب قلوب أناس كثيرين وأن يحببهم فى الشكل الجديد للانتماج . ان ذلك الشرط لم يتوفر لدى البروسيين بالرغم من كل كفائتهم . ربما يرجع ذلك الى طريقتهم



القاسية في الحياة ، أو لنقص معرفتهم بنظم الحياة في البلدان الأخرى . لقد لاحظ الألمان في وقت متأخر عدم قدرتهم على اقناع الآخرين ، ومن هنا فان العدوان على بلد صغير كبلجيكا يعتبر عملا عدائيا سافرا لا يمكن تبريره من خلال مقتل ولى العهد النمساوى . فلم يكن بالفعل للبلجيكيين أى علاقة بهذا الاغتيال كما أنهم لم يكونوا مشتركين في تحالف ضد ألمانيا .

**هيزنبرج :** « بالتأكيد أننا - نحن الألمان - قد قمنا بكثير من الظلم أثناء الحرب ، كما أن أعداءنا قد قاموا بذلك أيضا . في كل حرب يقع كثير من الظلم . كما اننى أسلم بأن الحكم الوحيد الخاص بذلك - أقصده التاريخ - قد حكم ضدها . على أى حال ، فان الخبرة ما زالت تنقصنى حتى أقرر من هم السياسيون الذين اتخذوا قرارات خاطئة في موقف معين . ولكن هناك سؤالان يختصان بالجانب الانسانى لهذه السياسة ويسببان - من رقت لآخر - قلقا لى ، أريد معرفة رأيك فيهما . لقد تحدثنا عن اندلاع الحرب وأن العالم فى الساعات الأولى لها كان متغيرا . لقد انقشعت بسرعة رهيبة الهموم اليومية الصغيرة وأصبحت العلاقات الشخصية ، مثل العلاقة مع الوالدين أو الأصدقاء ، غير مهمة بالمقارنة بالعلاقات الكبرى المباشرة مع الناس الذين أحاطهم نفس القدر . لقد ظهرت البيوت والشوارع والغابات بشكل مختلف بل حتى - كما قال جاكوب بوركهارد (Jacob Burckhardt) - السماء أخذت لونا جديدا . لقد أصبح صديقى الأول ، وهو ابن عمى فى أوزنا بروك ويكبرنى سنا ، جنديا فى الجيش . اننى لا أعرف ما اذا كان قد جند اجباريا أم اختياريا فهذا السؤال لم يكن مهما . فقد تقرر آنذاك تجنيد كل من هو صالح جسميا . ان صديقى لم يرغب بالطبع فى الحرب كما أنه لم يرد الاشتراك فى احتلال أراض أخرى من أجل ألمانيا . اننى أعرف ذلك تماما من أحاديثنا الأخيرة قبل رحيله مع كتيبته . انه لم يفكر فى ذلك بالقطع وان كان مقتنعا بالنصر . ولكنه عرف أن التضحية بحياته مهمة الآن . لقد كان ذلك صحيحا بالنسبة له وبالنسبة لكل الآخرين . بل لعله قد انتابه الفرع فى لحظة ما ولكنه فى النهاية قال « نعم » مثلهم جميعا . ولو أننى كنت أكبر بسنة واحدة فى ذلك الحين ، لكان قرارى مثلهم تماما . لقد سقط صديقى بعد ذلك فى فرنسا ولكن هل كان عليه فى رأيك أن يفكر فى أن كل هذا هراء ، بل ثمالة وإيعاز ؟ وأن مطلب التضحية بالروح لا يجب أن يطاع ؟ أى قضاء فى العالم له الحق فى الحكم بهذا ؟ أهو عقل

الشباب الصغير الذى لا يستطيع متابعة العلاقات السياسية المتشابكة والذى يمكنه فقط الاستماع لنداء الحقائق المفردة مثل « اغتيال فى سرايافو » أو « غزو بلجيكا » ؟ .

**يوهر :** « ان ما تقوله يحزننى جدا وذلك لأننى أفهم ما تريد أن تقوله . ربما يرجع هذا الذى شعر به هؤلاء الشبان ، الذين أدت بهم حسن نواياهم الى الحرب ، الى القدر الانسانى العظيم الذى لا مناص عنه . كما أنه لا يوجد القضاء الذى يستطيع أن يقول « لا » فى اللحظة التى تحدثت عنها . ولكن أليست هذه حقيقة مؤسفة ؟ . ألا توجد علاقة واضحة بين لحظة اندلاع الحرب - التى عشتها أنت - وبين اللحظة التى يتكتل فيها السمان فى الخريف للانطلاق الى الجنوب ؟ انه لا يوجد بين هذه الطيور من يعرف من الذى اتخذ قرار الرحلة ولماذا ؟ ولكن كلا منهم يؤخذ بالاثارة الجماعية وبالأمل أن يكون مع الآخرين . وهو يسعد لمجرد أنه سيطير معهم حتى ولو كانت الرحلة ستؤدى بالكثير منهم الى الدمار . بالنسبة للانسان ، فان الاعجاز فى هذه العملية يكمن فى أنه يعتبر - من ناحية معينة - مقيدا جوهريا ، كما هو الحال فى احتراق الغابات أو كأي عملية طبيعية تمر وفقا لقوانين محددة ، وأنه - من ناحية أخرى - فى ذاته الكامنة فيه يبعث على الشعور بالحرية المطلقة . ان الشباب الذى اشترك فى اندلاع الحرب قد ألقى بكل أعبائه اليومية ، وذلك لأنه عندما ينحصر كل شيء فى مسألة الحياة أو الموت فان كل التحفظات التى تتسم بها الحياة اليومية تفقد معناها . وعندما يكون الهدف الأول هو الوصول الى النصر ككل الوسائل فان الحياة تبدو يسيرة ويمكن التغاضى عن كل مشاكلها . انه لا يوجد وصف لهذا الموقف فى حياة الشباب أروع من أغنية الفروسية فى « فالينشتاين » لشيلر . انك تعرف بالطبع نهاية هذه القصيدة : « ان لم تستعدوا بالحياة ، لن تكسبوها » (und setzt ihr nicht das Leben hin, nie wird euch das Leben gewonnen sein)

ان ذلك صحيح بلا شك ، ولكن يجب علينا أن نفعل ما نستطيع من أجل منع الحروب ومحاولة القضاء على مراكز التوتر التى تؤدى اليها . ولعل أقول أن رحلتنا هذه تعتبر مساهمة منا فى هذا الاتجاه .

**هيزنبرج :** « اننى أريد أن ألقى بسؤالى الثانى . لقد تحدثت عن البروسيين وعن نظم حياتهم التى تعتبر قاسية بالنسبة للبلدان الأخرى . بالنسبة لى فقد عشت كل حياتى فى جنوب ألمانيا

وبالتالى فان تقاليدنا تعد مختلفة عن الذين يقطنون بين ماجدبورج (Magdeburg) وكونيغبرج (Konigsberg) ، ولكن دعنى أصرح لك بأن الخطوط الرئيسية لحياة البروسيين ، أى التضحية بالذات أمام القضايا العامة وعدم التبذير والشرف والنزاهة والكرم والمحافظة على أداء الواجبات فى مواعيدها ، لها وقع شديد فى نفسى ، حتى وان كانت كل هذه القيم قد ساء استعمالها من قبل القوى السياسية ، فأننى ما زلت أكن لها كل احترام . لماذا يشعر الدانمركيون بشئ مختلف ازاء هذه القيم ؟ » .

بوهلر : « دعنى أعير عن رأيى هكذا : اننى أعتقد أننا نعرف بقيم الحياة البروسية ، ولكننا هنا نترك لكل فرد مجالا لرغباته وخطته أكثر مما يفعل البروسيون . ان انتماء الفرد هنا الى الجماعة يتم فقط عندما تتكون هذه الجماعة من أفراد أحرار ، يحترم كل منهم حقوق الآخرين . ان حرية واستقلال الفرد لدينا أهم بكثير من القوة التى يمكن اكتسابها عن طريق التمرس الجماعى . انه لمن الغريب حقا أن أشكال الحياة فى المناطق المختلفة تتأثر بالشخصيات التاريخية فى هذه المناطق التى بالرغم من كونها أساطير أو خرافات فانها تحتوى على قوة مهيمنة . ان الموقف البروسى قد تكون من خلال صورة الفارس حامل النياشين الذى خلع على نفسه المبادئ الثلاثة لفريضة الرهبان (١) ، أى « الفقر والعفة والطاعة » ، والذى نشر التعاليم المسيحية فى الكفاح ضد الكفار وعليه فهو يقف تحت رعاية الاله . بينما نحن فى الدانمرك نفكر بدلا من هذا فى أبطال الخرافات الأيسلندية ، فى الشاعر والمكافح « ايجيل » (Egil) ابن السكالا جريوم (Skallagrium) الذى استطاع وهو فى الثالثة من عمره ركوب جواده لأميال عديدة ضد رغبة والده . أو اننا نفكر فى « نيال » (Nial) الحكيم الذى كان داعية حق أكثر من كل الناس فوق الأيسلانده والذى كان يقدم العون لكل من يسأله فى المواقف الصعبة ، ان هؤلاء الرجال كانوا قد هاجروا ايسلاندا لرفضهم الانحناء أمام استعباد الملك النرويجى المتسلط . لقد كان بالنسبة لهم من الصعب الاشتراك فى حرب ينشعبها الملك دون سؤالهم . لقد كانوا أبطالاً ورجالا مقاتلين ولعلمهم عاشوا فى أيسلاندا على سرقاتهم البحرية . واذا قرأت هذه الأساطير فانك ستحس بالضيق لأن الحديث يدور فيها دائما حول الصراع والقتل . ولكن هؤلاء الرجال أرادوا أن يعيشوا أحرارا . لقد كانت صراعاتهم



من أجل الدفاع عما يملكون أو من أجل الشرف ولكن لم تكن من أجل التسلط على الآخرين . بالطبع فأننا لا نعرف القدر الذى تستند به هذه الوقائع الى أحداث تاريخية حقيقية ، ولكن تمثيل هذه الوقائع قد تم بلغة شعرية رائعة وبالتالي فليس من الغريب أنها تؤثر فى تصورنا للحرية حتى اليوم . أضف الى ذلك أن الحياة فى انجلترا ، التى لعب فيها « النورمانيون » دورا هاما ، تأثرت لدرجة كبيرة بهذه الروح الاستقلالية . ان الشكل الانجليزى للديموقراطية ، العدل والاكتراث لتصورات ومصالح الآخرين ، واعطاء القيمة الكبرى للحق ، لعل كل هذه الصفات تنبع من هذه المصادر . وبالطبع فقد استخدمت القوة هناك أيضا فى حالات كثيرة تماما كما فعل النورمانيون القدماء .

مع نهاية هذا الحديث كنا قد اقتربنا من وقت الغروب وبدأنا نواصل مسيرتنا على حافة الشاطئ خلال القرى الصغيرة للصيادين وقد أمكننا رؤية الشواطئ السويدية على الجانب الآخر من الاوريزوند (Oresund) ، التى تبعد بضعة كيلو مترات فقط عن الشواطئ الدانمركية ، وقد كستها أشعة الشمس الغاربة .

وعندما وصلنا الى هيلز ينجور (Helsingor) بدأ الظلام يسدل خيوطه ، ولكننا قررنا بالرغم من ذلك الاستمرار فى تفقد مباني « قلعة كرونبورج » (Kronborg) التى تطل على بوابات « مضيق أوريزوند » والتى ما زالت تقبع على أسوارها المدافع القديمة كرمز للقوة فى الزمن المنصرم ، وهنا بدأ بوهر يسرد لى قصة القلعة . لقد بناها فريدريش الثانى الدانمركى قرب نهاية القرن السادس عشر كحصن منيع على طراز المباني الهولندية فى عصر النهضة . ان الأسوار العالية والمتاريس القوية تذكر أن خلفها وكرا للسلطة . لقد استخدمت سجون القلعة فى القرن السابع عشر أثناء الحرب السويدية لايواء أسرى الحرب . وعندما وقفنا الى جوار المدافع القديمة فوق المتاريس وألقينا النظر على المراكب الشراعية فوق الأوريزوند وعلى مباني القلعة شعرنا بالتوافق التام بين كل شئ فى الموضع الذى دار فيه الصراع الى آخر لحظة . لقد شعرت هناك بالأحداث كأنها تدور أمامى ، بالقوى التى دفعت الناس الى القتال المخيف ، بالقوى التى حطمت السفن ، بأقراح النصر وصرخات اليأس . وتملكنى بعد ذلك احساس بالارتياح ان كل ذلك قد صار ملكا للماضى ولم يعد هناك ما يعكر صفو الطبيعة الرائعة والهدوء المنتشر .

ترتبط أيضا « قلعة كرونبورج » - أو على الأصح المكان الذى بنيت

---

(١) المضيق بين جزيرتى Sjælland (دينمرك) و Schonen (السويد) .

فوقه القلعة - بأسطورة هاملت (Hamlet) ، الأمير الدانمركى الذى خبل - أو ادعى ذلك - لمواجهة الخطر الناجم من عبه القاتل .  
لم يفت بوهر الحديث عن هذه الأسطورة أيضا ، وانطلق قائلا :

بوهر : « أليس من الغريب أن هذه القلعة تصبح فجأة قلعة أخرى اذا تصورنا أن هاملت قد عاش هنا بالفعل ؟ من الناحية العلمية يمكننا أن نعتقد أن القلعة تتكون من الأحجار ، وانسبا لنفرح بالأشكال والصور التى صنعها الفنان المعمارى من هذه الأحجار .

بلى ان القلعة هى الأحجار والسقف الأخضر بلمعته الرمادية ، والتقاسيم الخشبية فى الكنيسة الملحقة بها . ان كل هذه الأشياء فى ذاتها لا تتغير عندما نفترض أن هاملت قد عاش هنا ولكن مع ذلك تصبح القلعة غير القلعة . فى لحظة واحدة تتحدث الجدران والأسوار لغة أخرى . ويصبح فناء القلعة يمثل زاوية سوداء تذكر العالم بالظلام فى روح الانسان ، اننا عندما ندرك على الفور السؤال « نكون أو لا نكون » . ولكن فى الواقع فاننا لا نعرف شيئا عن هاملت ، ولا يوجد أثر له من الناحية التاريخية الا فى ملاحظة قصيرة فى يوميات ترجع الى القرن الثالث عشر ذكر فيها اسمه فقط . بيد أننا لا نستطيع أن نبرهن على أنه قد عاش هنا أو على وجوده بالفعل . ولكننا نعرف فقط الأسئلة التى أثارها شيكسبير بهذه الشخصية وإلى أى مدى سيطر عليها الضوء كجزء من عالمنا الواقعى ، من ثمة فقد تحتم على هذه الشخصية أن تجد مكانها فوق الأرض . وقد وجدته بالفعل هنا فى كرونبورج . ولكن عندما نعى ذلك ، فان كرونبورج هذه تصبح فجأة قلعة أخرى » .

بعد نهاية هذه المحاورة كان الغروب قد تبدل الى ليل حالك وبدأت الرياح الباردة تمر فوق الأوريزوند لتجبرنا على العودة .

مع اشراقة الشمس فى اليوم التالى استأنفنا جولتنا تحت السماء الصافية وقد تلالأت أمامنا الشواطىء السويدية . كل شىء كان واضحا فوقها خصوصا سلسلة الجبال الأمامية كولين (Kullen) ، ولم يعكر هذا الصباح الجميل الا بعض من الرياح الباردة .

انطلقت مسيرتنا الى جوار الحدود الشمالية متجهة الى الغرب حيث ترتفع الأرض فى بعض المناطق بمقدار ٢٠ أو ٣٠ مترا فوق سطح البحر ثم تهوى مرة أخرى لتصبح فى نفس مستواه . أثناء توقفنا لمشاهدة بدايات كولين بدأ بوهر الحديث قائلا :

بوهر : « أخبرتنى أنك قد ترعرعت فى ميونخ الى جوار الجبال الشاهقة التى قمت فيها بكل هذه الرحلات الرائعة ، وبالنسبة فان بلدنا تعتبر

مسطحة بالنسبة لك وربما يكون ذلك سببا في أنها لن تروق لك .  
ولكن عليك أن تعرف أن الدانمركيين مغرمون بالبحر . ان ثمة شيئا  
ما يشدنا اليه ، لعله الاحساس الذى ينتابنا كلما نظرنا اليه وهو  
أننا نرى جزءا من اللانهاية » .

هيزنبرج : « لقد لمسيت هذا الشعور بالطبع ، خصوصا بالأمس عندما  
تأملت وجوه الصيادين على الشاطئ » . ان نظراتهم الهادئة تتجه  
دائما الى البعد . أما عندنا فالحال مختلف ، هناك يتجه النظر الى  
التفاصيل المفاجئة للمناطق المجاورة ، الى المرتفعات الصخرية المعقدة  
والقمم الجليدية التى تناطح السحاب . ربما يرجع الى ذلك أن الناس  
لدينا مرحون » .

بوهو : « ان لدينا فى كل الدانمرك جبلا واحدا يعلو مائة وستين مترا .  
ولأنه مرتفع هكذا فاننا ندعوه جبل السماء (Himmelberg)  
ويحكى أن دانمركيا خرج مع صديقه النرويجى الى هذا الجبل ليعطيه  
انطبعا عن اختلاف التضاريس فى بلدنا ، غير أن النرويجى تلفت  
أمام الجبل ثم انطلق هاتفا « اننا ندعو مثل هذا الشئ فى النرويج :  
حفرة » . ولكننى أتمنى أن يكون حكمك أقل حدة من هذا . والآن  
لم لا تخبرنى شيئا عن رحلاتك خلال الجبال بالقرب من ميونخ ،  
أعنى مزيدا من التفاصيل حولها ؟ »

هيزنبرج : « ان رحلاتنا تستمر لعدد من الأسابيع نقضيها كلها سيرا  
على الأقدام . فى الصيف الماضى مثلا بدأنا من « فورت تسبورج »  
(Wurzburg) مارين « بالرون » (Rhön) حتى حافة « تلال  
الهارتس » (Harzgebirge) ومن هناك عدنا عن طريق « بينا »  
(Jena) « وفايمر » (Weimer) مارين « بغابات تورينج »  
(Thuringer Wald) حتى « بامبرج » (Bamberg) . اننا ننام  
فى الأيام الحارة فى الغابات وعندما يصبح الجو باردا ننام فى خيامنا  
أو فى القش فى حقول الفلاحين . وأحيانا نقوم بمساعدتهم فى  
الحصاد مقابل النوم هناك ، وبالطبع اذا كانت مساعدتنا مفيدة فاننا  
نحصل منهم على وجبات شهية للغاية . عدا ذلك فاننا نطبخ  
بأنفسنا ، غالبا الى جوار المستودعات المنتشرة فى الغابات وفى  
المساء نقوم بقراءة وسرد القصص على أضواء النار أو نغنى ونعزف  
الموسيقى المحببة الينا ، لقد جمع الرفاق فى حركة الشبيبة عددا  
كبيرا من الأغاني الشعبية القديمة ، التى أعيدت كتابتها بعد ذلك  
لمجموعة من المغنين بمصاحبة الكمان والقيثارة . وهذه الموسيقى  
تجلب علينا السعادة والفرح ، وبالرغم من أن العزف يكون فى معظم



الأحيان ضعيفا أكثر منه جيدا ، الا اننا نستمتع بهذه الموسيقى بالفعل . أحيانا نحلم بأداء أدوار الشغوب الراحلة في العصور الوسطى ونقارن بين الكارثة في الحرب الأخيرة والصراعات الداخلية الناجمة عنها ، كما أننا نتحدث عن البؤس والحيرة التي أصابت الناس في حرب الثلاثين سنة التي تنبع منها أغلبية هذه الأغاني الشعبية الرائعة . ان العلاقة بين هذه الأزمنة المختلفة تبدو واضحة بمرور الوقت للشباب في أجزاء كثيرة من ألمانيا . وأذكر أن شابا قد استوقفني مرة في الشارع وحدثني عن الذهاب الى «وادي الطاحونة القديمة» (Altmühltal) حيث يتجمع الشباب فوق «جبل الريتير» (Ritterburg) وحقيقة فقد رأيت هناك أفواجا من الشباب القادم من كل مكان الى قلعة «برون» التي بنيت فوق الجبل . لقد بهرتني قوة التلاحم والعزيمة التي تنبعث من هذه الجماعة التي تكونت عشوائيا ، انهما تشبهان تماما تلك القوة التي انبثقت في أول أغسطس سنة ١٩١٤ التي تحدثت عنها بالأمس . هذا فان حركة الشبيبة هذه لا تربطها علاقة مباشرة بالقضايا الفلسفية .

**بوهر :** « ان الحياة التي تصورها لي تبدو رومانسية للغاية ، وهي تثير الرغبة في نفسى لمعايشتها ذاتيا . كذلك فانه ينبغي لي في مواقع كثيرة مما سردته تأثير الصورة المثالية للفارس حامل النياشين ، الذي حدثتك عنه بالأمس . ولكن الا يتطلب ذلك منكم التعهد بتقديم نذر معين قبل دخولكم الجماعة كما هو الحال لدى البنائين المستقلين » .

**هيزنبرج :** « لا ، انه لا توجد هناك قواعد مكتوبة أو شفوية يجب على الفرد الالتزام بها (١) . لقد أبدى كثيرون بيننا ريبتهم ازاء مثل هذه القواعد . بيد أنني أريد أن أضيف هنا أنه توجد بعض العادات التي تتبع بطريقة تلقائية ، بالرغم من أن أحدا لم يطالبنا بالالتزام بها ، مثلا فأننا جميعا لا ندخن ، كما أننا لا نشرب الخمر تقريبا . أما الملابس فهي متروكة لأذواق آبائنا وهي بسيطة للغاية ، كما أنني لا أذكر أن أحدا اهتم بحياة الليل أو بالذهاب الى علب الليل . وبالرغم من ذلك فلا توجد مبادئ محددة لنا » .

**بوهر :** « ما الذي يحدث عندما يخل أحد بهذه القواعد الغير مرئية ؟ » .

---

(١) التزام حر من العضو المنتمى لجماعة دينية معينة . في الديانة الكاثوليكية ، يكون هذا الالتزام اما عقائديا أو مدنيا .

هيزنبرج : « لا أعرف ، ربما نسخر منه فقط . ولكن هذا الخروج لا يحدث بالقطع » .

بوهر : « أليس ذلك غريبا ، بل رائعا . أن الصور القديمة تملك كل هذه القوة ؟ انها قادرة بعد كل هذه القرون على تشكيل حياة الانسان بدون قواعد مكتوبة أو اجبارات خارجية ؟ ان المبدأين الأولين « لفريضة الرهبان » (Monchsgelubde) - التي تحدثت عنها بالأمس - ينبعان من الانسان . انهما يتلخصان في وقتنا الحالى ببساطة في الاعتدال والتحفز ويؤديان الى تحمل الحياة القاسية المتقشفة . ولكننى آمل أن المساعدة الثالثة ، « أى الطاعة » ، لا تلعب دورا أوليا ، ذلك انه من الممكن أن تنشأ عنها أخطار سياسية كبرى . لعلك تعرف الآن أننى ما زلت أقدر الأيسلانديين « ايجيل » (Egil) و « نيال » (Nial) أكثر من حامل النياشين البروسى . ولكنك قلت لى انك قد عايشت الحرب الأهلية فى ميونخ ، واذن فلا بد أنك قد فكرت فى القضايا العامة مثل الشركات الحكومية (١) (Staatliche Gemeinschaften) . كيف يرتبط موقفك من القضايا السياسية المطروحة آنذاك بحياتك فى حركة الشبيبة ؟ »

هيزنبرج : « لقد وقفت فى الحرب الأهلية الى جانب القوات الحكومية (٢) ، ومع ذلك فقد بدت الصراعات لى آنذاك بلا مغزى وقد تمنيت أن تنتهى بسرعة . بيد أننى قد شعرت بتأنيب الضمير تجاه أعدائنا فى هذه الحرب . حتى الناس البسطاء - ومن بينهم العمال - كافحوا - ككل الآخرين - بكل ما يملكون من أجل النصر وقدموا نفس التضحيات مثلهم . ولكن دعنى أصارحك بأن نقدك لطبقة القيادة آنذاك كان محق على كل حال ، ذلك أن القيادة قد قدمت للشعب الألمانى مشكلة غير قابلة للحل . ومن ثم فقد بدا لى مهما بعد نهاية الحرب الأهلية الاسراع فى اقامة اتصالات طيبة - بقدر الامكان - مع طبقة العمال والناس البسطاء . ان هذه الفكرة انبثقت من حركة الشبيبة بمجموعاتها المتعددة . ولذلك فقد بدأنا مثالا فى تقديم المعونة - قبل أربع سنوات من الآن - من أجل تنظيم الدراسات المسبئية الشعبية فى ميونخ ، وقد تجرأت من جانبى فى اعطاء مقدمة عن علم الفلك اصطحبت فيها بضع مئات من العمال مع زوجاتهم الى الحلاء وذلك لبيان توزيع النجوم فى السماء وتحدثت

(١) الشركات التى أرادت الحركة الشيوعية فى ميونخ تأميمها .

(٢) أى ضد الحركة الشيوعية .

عن حركة الكواكب وعن المسافات بينها ووجهت الاهتمام الى تركيب المجرة التي يقع فيها كوكبنا . أضف الى ذلك أنني قد شاركت مع فتاة في لقاء بعض المقررات حول الأوبرا الألمانية ، حيث قامت من جانبها بالغناء وصاحبته من جانبي بالعزف على البيانو . كما أنني ألقيت بعض الأحاديث حول تاريخ الأوبرا والتركيب الداخلي لها . لقد كانت هذه بالطبع محاولة جريئة ، ولكنني أعتقد أن العمال قد لاحظوا حسن نوايانا وقد سعدوا بالمحاضرات تماما كما سعدنا نحن بها . ومن هذا المنطلق اتجهت مجموعات كثيرة من الشباب المنتمى الى حركة الشبيبة الى الدراسة كي يصبحوا مدرسين للمرحلة الابتدائية واننى لأتصور أن مدرسينا فى هذه المرحلة الآن أفضل بكثير من أولئك فى ما يسمى بالمدارس العليا .

اننى متفهم لأن الناس فى الخارج ينظرون الى حركة الشبيبة الألمانية الى أنها حركة رومانية مثالية ، وبالتالي تخوفهم من أن توجه هذه الحركة الى قنوات سياسية فاسدة ، ولكننى شخصيا لا أجد مبررا لهذا الخوف . لقد أعطت هذه الحركة دفعات ممتازة فى اتجاهات كثيرة للحياة الألمانية ، مثل الاهتمام الجديد بالموسيقى القديمة ، بموسيقى باخ وبالموسيقى الكنائسية والشعبية . فى أيامه ، وكذلك الاهتمام بالفنون اليدوية التى تصل نتائجها الى كل الناس وليس لطبقة الأغنياء فقط . كما أنها ساهمت فى إيقاظ الاحساس بالسعادة بالفن الأصيل لدى الشعب وذلك عن طريق فرق الهواة المسرحية والموسيقية » .

بوهر : « انه لرائع حقا أنك متفائل هكذا ، ولكننا نقرأ هنا من آن لآخر فى الجرائد عن تيارات كئيبة مضادة للسامية فى ألمانيا ، والتى تتصاعد بمرور الوقت من قبل المضللين . هل لاحظت شيئا من هذا ؟ » .

هينزبرج : « نعم ، مثل هذه الجماعات تلعب دورا فى ميونخ ، وقد اتحدت معهم طبقة من قدامى الضباط ، الذين لم يستطيعوا التغلب نفسيا على آثار الهزيمة فى الحرب العالمية الأخيرة . ولكننا لا نأخذ هذه الجماعات مأخذًا جادا . اننى لا أعتقد أنه من الممكن إقامة سياسة رشيدة على أحقاد بحثة . غير أن ما يحزننى حقا هو أن هناك علماء ممتازين يشاركون فى هذا السخف » .

بدأت بعد ذلك فى رواية تجربتى عن مؤتمر العلماء الطبيعيين فى ليبزيغ حيث كان الصراع على أشده ضد النظرية النسبية أو حيث استخدمت كل الوسائل السياسية لمكافحتها بالطبع لم أكن أخمن أثناء



حديثى لبوهر أى عواقب وخيمة ستنبعث من هذه الضلالات السياسية  
التي بدت لي آنذاك وكأنها عديمة الأهمية ، ولكن المجال هنا لا يختصر  
بالحديث حول ذلك .

كانت اجابة بوهر مركزة بنفسى القدر على الضباط القدامى المخبولين  
وعلى الفيزيائيين الذين لم يستطيعوا التوافق مع النظرية النسبية .

بوهر : « فى الحقيقة فاننى أشعر بوضوح فى هذا الموقف أن التصرف  
الانجليزى قد تفوق على التصرف البروسى . فى انجلترا تعتبر  
الخسارة الجيدة فى تحقيق هدف ما - شيئا من الفضيلة الرفيعة .  
بينما لدى البروسيين تعتبر الهزيمة عارا ، عندهم يشرف المنتصر  
على كل حال أن يكون جريئا أمام المنهزم ، وذلك بالطبع يستحق  
الثناء . ولكن فى انجلترا يشرف المنهزم ، أن يكون جريئا أمام  
المنتصر ، وذلك بأن يعترف بهزيمته ويتحمل عواقبها دون مراة .  
لعل ذلك يكون أصعب من الجرأة الكبرى للمنتصر ، ولكن المنهزم  
الذى يستطيع اتخاذ هذا الموقف يرفع نفسه بذلك الى درجة المنتصر  
تقريبا . انه يظل حرا مع الأحرار الآخرين . ولعلك الآن تكون  
متفهما لموقفى ان كنت قد عدت للحديث مرة أخرى عن النورمانيين .  
وربما تعتبر ذلك من جانبك نوعا من الرومانسية ، ولكننى آخذة  
مأخذا جادا ، أكثر مما تعتقد » .

هيوزبرج : « نعم ، لقد فهمت بالقطع أن ذلك جاد » .

بهذه الكلمات كنا قد وصلنا الى المنطقة السياحية جيليليا Gilleleje  
التي تقع على القمة الشمالية بجزيرة زيالاند Sialland وطفقنا بعد ذلك  
نتجول على الشاطئ الرملى الذى تملؤه فى الصيف جماعات المصطافين  
الكثيفة . ولكننا كنا الزائرين الوحيدين فى هذا اليوم البارد . أغرتنا  
الأحجار المستوية الجميلة على حافة الشاطئ بأن نجرب القذف بها فى  
البحر بحيث تسير فى مستوى المياه أو القذف بها على العوامات القديمة .  
لقد روى بوهر أنه جاء الى هنا مع كرامر بعد الحرب مباشرة ووجدا على  
الضفة لغما ألمانيا وقد طفا مشعله فوق السطح . ثم بدأ فى توجيه قذائفهم  
الى اللغم دون جدوى ، حتى تطرق الى أذهانهما أنهما لن يعرفا من الفائز  
إذا تمكن أحدهما من إصابة الهدف بالفعل ، وعليه فقد توجهوا بقذائفهما  
الى أهداف أخرى .

استمر لعبنا على الشاطئ والمقامرة على إصابة الأهداف المختلفة حتى  
راينا قلع تلغرافى يبعد مسافة طويلة منا وانتابنى الشك فى قدرتى على

اصابته ولكن - ضد كل قوانين الاحتمالات - استطعت ضربه بالقذيفة الأولى • عندئذ استغرق بوهر في التفكير ثم قال :

بوهر : اذا حاول الانسان اصابة الهدف عن طريق معرفة كيفية القذف ، وكيفية تحريك الذراع فان الفرصة تبدو ضئيلة للغاية لاصابة الهدف ، ولكن اذا تصور الانسان - ضد كل منطق - أنه يستطيع اصابة الهدف ببساطة ، فان الموقف يصير مختلفا تماما ، ذلك أنه يصبح من الجائز أن يصيبه بالفعل •

أخذتنا هذه الكلمات الى حديث حول « الصور » و « التصورات » في الفيزياء الذرية • ولكن هذه المحاور لا يجب روايتها في هذا المقام •

قضينا ليلتنا في فندق صغير على حافة الغابة في الجزء الشمالي الشرقي من الجزيرة ، ثم خرجت مع بوهر في صباح اليوم التالي لمشاهدة بيته الريفي في « تيز فيلدى » (Tisvilde) الذي دارت فيه بعد ذلك محاورات كثيرة حول الفيزياء الذرية • ولكن هذا البيت لم يكن معدا في هذا الوقت من السنة للزيارة • في طريق العودة الى كوبنهاجين توقفنا لفترة قصيرة في « هيليرود » (Hillerod) لائقاء النظر على القصر في قلعة « فريدريكسبورج » (Frederiksborg) وهو بناء مزركش على طراز المباني الهولندية في عصر النهضة أحاطته المياه والحدائق وكانت تستخدمه العائلة المالكة في الماضي في رحلات الصيد • لقد كان واضحا أن اهتمام بوهر بقلعة هاملت في كرونبورج لا يمكن مقارنته باهتمامه بهذه القلعة التي تجسم لها العائلة المالكة في تلك الأيام المنعدمة • وبذلك فقد تركز حديثنا على الفيزياء الذرية التي حازت على كل فكرنا في الأيام التالية في كوبنهاجين ومثلت بعد ذلك الجزء الهام جدا من حياتنا

## ٥ - ميكانيكا الكم ومحاورة مع أينشتاين

( ١٩٢٥ - ١٩٢٦ )

جرى التطور فى الفيزياء الذرية فى تلك السنوات الحرجة تماما كما حدثنى نيلز بوهر أثناء جولتنا فوق جبل الهالين . لم يكن من الممكن التغلب على الصعوبات والتناقضات الداخلية التى تقابلنا عند محاولة فهم الذرات وأسباب « استقرارها » ، بل على العكس ظهرت بحدة أكثر ، وكل محاولة للتغلب عليها باستخدام الوسائل المتاحة فى الفيزياء القديمة أدت الى الفشل .

لقد اكتشف كومبتون (١) (Compton) أن الضوء - أو على الأدق الأشعة السينية - يغير « عدد اهتزازاته » (٢) (Schwingungs zahl) عند « تشتته » بواسطة الاليكترونات ، وأمكن تفسير هذه النتيجة بفرض أن الضوء - كما اقترح أينشتاين - يتكون من « جسيمات صغيرة » أو « حزم طاقة » تتحرك بسرعات كبيرة جدا فى الفراغ وتصطدم - أثناء « عملية التشتت » - بالاليكترونات . ومن ناحية أخرى فقد أقيمت تجارب متعددة أمكن من نتائجها الاستدلال على أن الضوء لا يختلف كثيرا

---

(١) Arthur Holly Compton (فيزيائى أمريكى ( ١٨٩٢/٩/١٠ - ١٩٦٢/٣/١٥ )

(٢) عدد الاهتزازات فى الثانية الواحدة .



عن « موجات الراديو » العادية سوى « بطول موجته » القصير جدا وأن الشعاع الضوئي يمكن اعتباره « موجة » متحركة وليس « تيارا » من « الجسيمات » . كما أن نتائج القياسات الهامة التي أجراها العالم الهولندي أورنشتين (Ornstein) أكدت أن نسب « شدة خطوط الطيف » المختلفة التي يمكن تخمينها من نظرية بوهر غير صحيحة وأنه عن طريق اضافة تغيير بسيط تؤدي هذه المعادلات الى علاقات جديدة تنوافق مع نتائج التجارب . ولم تكن هذه الاضافة سوى « أنصاف الأعداد الكمية » التي أدت اليها حساباتي في المشكلة التي قمت بحلها منذ سنوات بناء على طلب زوهر فيلد .

من كل هذه التجارب تعلمنا أن « المصطلحات » و « الصور » التي نقلت من « الفيزياء الكلاسيكية » الى « الفيزياء الذرية » تعتبر نصف صحيحة ونصف خاطئة وأن علينا الحذر عند تطبيقها ، ومن ناحية أخرى فقد أمكننا - استنادا الى هذه الحقائق - تخمين التعبيرات الرياضية المناسبة للعمليات المختلفة .

لقد دارت الأحاديث : في الحلقات العلمية التي عقدها ماكس بورن (Max Born) في جورتنجن في صيف ١٩٢٤ حول نظرية جديدة للكم يجب أن تحل محل ميكانيكا نيوتن في المستقبل ، ولكن حدود هذه النظرية لم تكن معروفة لنا في ذلك الحين الا في بعض الحالات الفردية المنعزلة . وفي أثناء الفصل الدراسي الشتوي التالي ، الذي قمت فيه أحيانا بالعمل في كوبنهاجن حيث كلفني بوهر بتوسيع « نظرية الكم » الخاصة « بظواهر التشتت » ، تركزت جهودنا على تخمين المعادلات الرياضية الملائمة بناء على علاقات « نظرية التشتت الكلاسيكية » وإهمال الاشتقاق الصحيح لهذه المعادلات .

عندما أفكر في حالة النظرية الذرية في هذه الأشهر أتذكر دائما رحلة قمت بها في نهاية خريف ١٩٢٤ مع بعض الأصدقاء في حركة الشبيبة خلال الجبال بين « كرويت » (Kreuth) و « بحيرة آخن » (Achensee) . كانت حالة الجو مضطربة والضباب منتشرا وقمم الجبال مغطاة تماما بالسحب . طفقنا نتسلق الجبال الصخرية وكلمنا ازداد ارتفاعنا زادت كثافة الضباب المحيط بنا حتى وصلنا الى حالة انعدام الرؤية ولم يعد ممكنا لنا التعرف على التضاريس المحيطة بنا . لاستمر كل منا بالرغم من ذلك في الصعود الى أعلى تحت وطأة الخوف

الشديد من فقدان طريق العودة • وبعد ارتفاع معين حدث تغير مفاجئ في كثافة الضباب فقد زادت كثافته بدرجة مخيفة في بعض المواقع ، حيث تمكنا فقط عن طريق المناداة من التفاهم مع أصدقائنا ، وانقشع شيئا فشيئا في الأماكن العلوية • عندئذ تطرق الشعور اليينا بأننا نسير في حقل من الضباب •

بعد لحظات بدأت شدة الضوء تزداد واستطعنا فجأة التعرف على حائط صخري متلألئ تحت أشعة الشمس الساطعة ، ثم على مجموعة من التضاريس الأخرى التي مكنتنا - مع استخدام الخرائط - من التحديد الكامل للمنطقة الجبلية هناك •

في الجنوب استطعنا «تمييز قمم» تلال انزوينغيند (Sonnenwerdgebirge) وخلفها القباب الثلجية لمنطقة «الألب المركزية» (Zentralalpen) ولم يعد هناك شك في أن خط سيرنا قد أصبح واضحا تماما •

ويبدو أننا قد وصلنا في الفيزياء الذرية في شتاء ١٩٢٤/١٩٢٥ إلى نفس الحالة التي مرت بنا في رحلتنا ، أي إلى المنطقة التي أصبحت فيها السحب قاتمة وكثيفة • ولكن النور ووضوح الرؤية كانا فوق رؤوسنا • لقد أدت الاختلافات الشديدة في تفسير الظواهر التكرارية آنذاك إلى زيادة احتمالات وقوع الخطوة الحاسمة •

عندما بدأت العمل في جوتنجن في الفصل الدراسي الصيفي لعام ١٩٢٥ - حيث شغلت وظيفة أستاذ مساعد منذ يوليو ١٩٢٤ - بدأت أبحاثي العلمية بمحاولة استنتاج العلاقات الرياضية الصحيحة التي تعبر عن «شدة خطوط الطيف» لغاز الهيدروجين وذلك بتبني طريقة مشابهة لتلك التي استخدمتها أثناء عملي مع كرامر في كوبنهاجن ولكن هذه المحاولة باءت بالفشل • لقد وقعت في دغل لا يمكن التغلغل فيه من المعادلات الرياضية المعقدة الذي لم أجد منه مخرجا • ولكنني بهذه المحاولة أثبت صحة تصوري أن علينا ألا نسأل عن «مسارات الاليكترونات» في الذرة ولكن عن «تردد الاهتزاز» (Schwungungsfrequenz) «وشدة الخطوط» التي يمكن حسابها بكميات تسمى «السعات» Amplitude كتعويض عن «مسارات الاليكترونات» وذلك لأننا نستطيع مشاهدة هذه الكميات مباشرة خلال تجاربنا العملية • كان ذلك متفقا مع الفلسفة التي عرضها صديقي أوتو على أساس أنها مطابقة لموقف أينشتين ، أثناء رحلة الدراجات بجوار بحيرة الفالشين ، ومن ثمة يمكن اعتبار هذه الكميات فقط «قطع تحديد» (Bestimmungsstücke) الذرة ، لقد باءت محاولتي لتطبيق هذه الحطة على ذرة الهيدروجين بالفشل نظرا لتعقيد

التعبيرات الرياضية المصاحبة . ومن هنا فقد بحثت عن نظام رياضى ميكانيكى بسيط يمكن اجراء حساباته بسهولة ، وبالطبع فقد وجدت ، هذا النظام فى « .البندول البسيط » - أو الصورة العامة له التى تدعى « المتذبذب اللامتوافق » (anharmonic Oscillator) - الذى يمثل فى الفيزياء الذرية نموذجا « للاهتزازات » داخل « الجزيئات » .

فى نهاية مايو سنة ١٩٢٥ هاجمتنى الحمى الصفراء بطريقة خطيرة . حتى أننى استأذنت بورن فى إعفائى من كل واجباتى لمدة اسبوعين كى أسافر الى جزيرة « هيلجولاند » (Hergoland) للتخلص بواسطة هواء البحر المنعش - وبعيدا عن الحشائش والأزهار المتفتحة - من هذه الحمى اللعينة . وفى لحظة وصولى الى أحد الفنادق فوق « الهيلجولاند » . بدأ الحزن على وجه المضييفة التى سألتنى على الفور ما اذا كان السبب فى تورم وجهى يرجع الى مشاجرة حامية فى الليلة السابقة .

احتل الفندق موقعا ممتازا فوق الحافة الجنوبية للجزيرة الصخرية وقد أمكننى من حجرتى الواقعة فى الدور الثانى الاستمتاع بمشاهدة المدينة بكل أطرافها والكثبان الرملية والبحر الواقع خلفها ؛ وكلمما جلست فى البالكون تذكرت ملاحظة بوهر « ان اطلالة الانسان على البحر تشير الشعور بأنه يملك جزءا من الانهائية » .

لم يكن هنالك فى « هيلجولاند » باستثناء تجوالاتى اليومية والاستجمام فسوق الكثبان الرملية - مما يعكر تفكيرى المتواصل فى مشاكل العلمية ، وبناء عليه فقد أحرزت تقدما سريعا بالمقارنة بوجودى فى جوتنجن .

ولم تتطلب عملية القضاء على التعقيدات الرياضية والوصول الى تعبير رياضى للمشكلة سوى بضعة أيام قليلة اتضح لى فيها أن « الكميات القابلة للمشاهدة » (boobachtboire Grosse) تلعب فى الفيزياء الجديدة نفس الدور الذى لعبته « شروط الكم » فى نظرية بوهر - زومر فيله . ومن هذه النقطة الهامة فى بناء النظرية الجديدة اتضح لى أنه لم تعد هناك حرية فى اشتقاق التركيبات الرياضية اللازمة وأن الأمور أصبحت تسير وفقا للحتمية الجبرية . بيد أننى لاحظت أنه لم يكن هناك ضمان أن النسق الرياضى المتكون يمكن اجراؤه حتى النهاية بلا تناقض ، وخصوصا أنه لم يكن من المعروف ما اذا كان هذا النسق يؤدى الى المحافظة على « قانون حفظ الطاقة » الذى بدونه يصبح عديم القيمة ومن ناحية أخرى فقد توفرت من خلال حساباتى بسرعة كل الدلائل التى تشير الى أن التكوين الرياضى الذى أمامى لا يتضمن تناقضا واحدا وأن



عملية اشتقاقه تصبح متسقة (Consistent) اذا استطعت اثبات  
« قانون حفظ الطاقة » .

فى ذات مساء تمكنت - بعد تركيز مستمر - من التعبير عن الحدود  
المختلفة فى « جدول الطاقة » - أو ما نسميه اليوم « بمصفوفة (١) الطاقة » -  
بإستخدام عدد من الحسابات المعقدة . وعندما تحقق « قانون الطاقة »  
فى الحدود الأولى انتابتنى نوبة من الاثارة الرهيبة أدت الى ظهور أخطاء  
حسابية فى كل الخطوات التالية . كانت الساعة تقترب من الثالثة  
صباحا حين توصلت الى النتائج النهائية من الحسابات التى أكدت لى  
صحة ميكانيكا الكم الجديدة شعرت بعد هذه اللحظة أننى أستطيع النظر  
الى القشرة الخارجية للذرة ورؤية الجمال الداخلى الذى يكمن تحتها .  
ولكننى أصبت بالغثيان عندما تبين أنى يجب على الآن تعقب هذه الوفرة  
الغزيرة من التركيبات الرياضية التى عرضتها الطبيعة أمامى تحت هذه  
انقشرة . عندئذ قررت ترك حجرتى مع الخيوط الأولى لأشعة الفجر  
والإتجاه الى القمة الجنوبية « للأوبرلاند » (Oberland) حيث البرج  
الصخرى القابع وحيدا فى البحر . تملكتنى رغبة جنونية فى تسلق  
البرج ولم تمض سوى لحظات قليلة حتى جلست متربعا فوق قمته  
ومستغرقا فى تأمل أشعة الشمس لحظات الشروق .

ان ما رأيته فى ليلة « هيلجولاند » كان مماثلا فقط لتلك الحافة  
الصخرية من جبال « بحر الآخن » التى كستها أشعة الشمس وقد فزت  
من خلاله بتشجيع فولفجانج باولى - الناقد اللاذع دائما - وبثناء بورن  
وجوردان (Jordan) فى جوتنجن على الاحتمالات الجديدة .

فى نفس هذه الأيام تمكن شاب انجليزى يدعى « ديراك » (Dirac)  
فى جامعة كامبريدج من اقتراح طريقة مختلفة لحل المشكلة التى عالجتها ،  
وفى الأشهر القليلة التالية تمكن ديراك من بناء نسق رياضى متكامل  
أدى الى الأمل فى امكانية تفسير التجارب المتعددة فى مجال الذرة . اننى  
سوف لا أتحدث هنا عن الأعمال الشاقة المركزة التى شغلتنا بعد ذلك ،  
ولكننى سأتحدث عن محاوره مع أينشتين قمت بها بمناسبة محاضرة  
ألقيتها فى برلين حول ميكانيكا الكم الجديدة .

كانت جامعة برلين فى هذا الوقت تعتبر البرج العالى للفيزياء فى  
ألمانيا كلها . ففىها عمل بلانك وأينشتين « وفون لاوى » (٢) : (Von Laue)

(١) المصفوفة هى نسق رياضى من العناصر أو الرموز الجبرية المرتبة فى شكل صفوف  
وأعمدة .

(٢) Max Von Laue فيزيائى ألمانى ( ١٨٧٩/١٠/٩ - ١٩٦٠/٤/٢٤ ) .

ونرنست ، وهناك اكتشف بلانك « نظرية الكم » التي أيدها روبينز (Rubens) من خلال قياساته للاشعاعات الحرارية وبني أينشتين سنة ١٩١٦ « النظرية النسبية العامة » و « نظرية الثقائل » .

لقد احتل مركز الحياة العلمية في برلين ذلك اللقاء الأسبوعي للفيزيائيين (Physikalische Kolloquium) الذي ترجع تقاليده الى أيام « هيلمهولتز » (١) (Helmholtz) والذي يحضره كل المشتغلين بالفيزياء هناك . وقد دعيت في خريف ١٩٢٦ الى اللقاء المحاضرة المشار اليها سابقا في اطار هذا اللقاء وبالطبع فقد دفعتني فرصة المقابلة الشخصية لجماعة العلماء ذوى الأسماء الالامعة الى بذل مجهود كبير لتمثيل المصطلحات والاسس الرياضية المميزة للنظرية الجديدة والتي كانت مجهولة لنا في « الفيزياء الكلاسيكية » بعد انتهاء المحاضرة دعاني أينشتين - الذي استطعت جذب انتباهه بشدة - لمناقشة الأفكار الجديدة في منزله . أثناء سيرنا في الطريق سألتني أينشتين عن تطورات دراستي وعن اهتماماتي الفيزيائية الحالية . وما أن وصلنا الى باب شقته حتى بدأ الحديث بسرعة بسؤال يستهدف الفروض الفلسفية لتجاربي .

أينشتين : « ان ما حدثنا عنه اليوم يبدو غريبا للغاية . فانت تفترض من ناحية أن الذرة تحتوى على اليكترونات ، وبالطبع فانت محق في ذلك ، ولكنك تريد من ناحية أخرى محو فكرة مسارات الاليكترونات في الذرة تماما ، بالرغم من أننا يمكننا مشاهدة « مسارات الاليكترونات » مباشرة داخل « غرف الضباب » . هل تستطيع أن توضح لي بطريقة أدق الأسباب التي دفعتك الى هذا الافتراض العجيب ؟ » .

هيزنبرج : « ان الانسان لا يستطيع أن يرى « مسارات الاليكترونات » داخل الذرة . ولكن الأشعة التي تنبعث من الذرات أثناء « عملية التفريغ » ، يمكننا مباشرة من التأكد من وجود « الترددات الاهتزازية » و « السعات » اللازمة لها . كما أن المعلومات عن « أعداد الاهتزازات » وعن « السعات » تمثل تعويضا في الفيزياء الجديدة عن « المسارات الاليكترونية » ومن هنا فمن المعقول الأخذ فقط بالكميات القابلة للمشاهدة في النظرية وقد بدا لي أيضا أن الأخذ بهذه الكليات (die Gesamtheiten) يتفق مع الطبيعة »

أينشتين : « لكنك بالتأكيد لا تعتقد بصدق أن الانسان يستطيع في

---

(١) Herman Von Helmholtz فيزيائي ألماني ( ١٨٢١/٨/٣١ - ١٨٩٤/٩/٨ ) .

نظرية فيزيائية متينة الأخذ فقط بالكميات التي يمكن مشاهدتها  
بالفعل ؟ » .

هيزنبرج : « لقد ظننت أنك - خصوصا - قد أخذت بهذه الفكرة كأساس  
لنظريتك النسبية . لقد ركزت هناك على أننا لا يجب أن نتحدث  
عن أزمنة مطلقة وذلك لأننا لا نستطيع مشاهدة هذه الأزمنة ،  
وفقط فان قراءات الساعات الساكنة أو المتحركة في « نظام »  
ما تعد مقياسا لتحديد الزمن » .

لاينشتاين : « لعل قد استخدمت هذا النوع من الفلسفة ، ولكنها بالرغم  
من ذلك تعتبر هراء . أو ربما أقول ، اذا توخيت الحذر ، انه من  
المهم التذكير بما نستطيع مشاهدته بالفعل . ولكنه من الناحية  
المبدئية من الخطأ تأسيس نظرية على « الكميات القابلة للمشاهدة »  
فقط . ذلك أن الواقع هو العكس تماما . ان النظرية هي التي  
تحدد ما يمكن مشاهدته ؛ كما أن المشاهدة في حد ذاتها تعد عملية  
معقدة للغاية . ان الحدث الذي نريد مشاهدته له تأثيرات معينة  
على الأجهزة التي نستخدمها في المشاهدة وكذلك فان هناك أحداثا  
أخرى تقع في الجهاز وتؤدي بطريقة ملتوية الى انطباعاتنا الحسية  
والى تثبيت نتائج المشاهدة في شعورنا . انه لمن المحتم علينا أن  
نعرف كيف تعمل الطبيعة فوق هذه الدرب الطويل الواصل بين  
الحدث المعين وبين عملية تثبيت نتائجه في شعورنا ؛ وبالتالي  
فانه يتوجب علينا أن نعرف القوانين الطبيعية اذا أردنا أن نزع  
أننا قد شاهدنا شيئا ما . ان النظرية فقط ، أو بمعنى آخر معرفة  
القانون الطبيعي ، هي التي تسمح لنا بإمكانية التوصل الى وقوع  
الحدث عن طريق الانطباع الحسى .

اذا زعمنا أننا نستطيع مشاهدة حدث ما ، فاننا يجب علينا أن نقول  
بدقة أكثر : بالرغم من أننا نتهيا للتعبير عن قوانين طبيعية جديدة  
لا تنطبق مع القوانين التي لدينا بالفعل ، فاننا في الواقع نخمن أن  
القوانين القديمة تعمل بدقة على الطريق من الحدث المشاهد الى غيرنا  
بحيث أننا نستطيع الاعتماد عليها ومن هنا يصبح من حقننا  
الحديث عن المشاهدة . اننا نفترض في النظرية النسبية مثلا أن  
أشعة الضوء في « النظام النسبي المتحرك » (bewegte Bezugs system)  
التي تذهب من الساعة الى عين المشاهد تعمل تماما - كما نتوقع - وفقا  
لقوانين « الفيزياء الكلاسيكية » . ويبدو كذلك أنك تفترض من نظريتك  
أن كل « ميكانيكية الاشعاع الضوئي » الخارج من الذرة المهتزة الى  
« جهاز الطيف » أو الى العين ، تعمل تماما كما افترضنا دائما ؛ أي وفقا



لقوانين « ماكسويل » (Maxwell) . واذا لم يكن هذا هو الحال فانك لن تستطيع مشاهدة الكميات التي وصفتها بأنها قابلة للمشاهدة . واذن فان زعمك الخاص بأخذ الكميات القابلة للمشاهدة فقط في الاعتبار ، يحتل - في الواقع - تخميننا لحاصيته في النظرية التي تحاول بناءها . انك تخمن أن نظريتك هذه سوف لا تمس الوصف الحالي « لعمليات الاشعاع » في النقط التي تهمل ، ولعلك تكون محقا في ذلك ، ولكنني أشك في أنك تستطيع القطع بأن هذا هو ما يحدث بالفعل » .

هيزنبرج : « ان الفكرة القائلة بأن كل نظرية يجب أن تكون تلخيصا للمشاهدات ، بناء على مبدأ الاقتصاد الفكري (١)، ترجع الى الفيزيائي الفيلسوف ماخ (٢) (Mach) . ويزعم البعض من وقت لآخر أنك قد أخذت بفكرة ماخ هذه أثناء بناءك للنظرية النسبية ؛ ولكن ما قلته الآن يبدو مخالفا لهذا الاتجاه تماما . ترى ما الذي ينبغي على الآن اعتقاده ، أو بمعنى آخر ما الذي تعتقده . أبت بهذا الصدد ؟ » .

اينشتاين : « هذه قصة طويلة ، ولكن يمكننا الحديث عنها بالتفصيل . ان مصطلح ماخ « للاقتصاد الفكري » ربما يحتوي على جزء من الحقيقة ولكنه يبدو لي شيئا سخيفا حقا .

ودعني أولا أتناول الحجج التي تؤيد رأي ماخ . ان ادراكنا للعالم يكتمل بالقطع عن طريق حواسنا ، ففي اللحظة التي تعلمنا فيها كأطفال صفار الحديد والتفكير ، حدث ذلك عن طريق معرفة احتمالات وصف « انطباعات حسية » معقدة ولكن مترابطة على نحو ما خلال كلمة معينة . فلنأخذ مثلا كلمة « كرة » ؛ اننا نتعلم هذه الكلمة من الكبار ونشعر بسعادتنا على التفاهم بها . واذن فانه يمكن القول أن بناء الكلمة ثم المصطلح « كرة » يعد « عملية اقتصاد فكرية » يمكننا بها التعبير عن « انطباعات حسية » معقدة فعلا . ولكن ماخ لم يتصد بأي حال للسؤال عن المتطلبات العقلية والجسمية للانسان - في حالتنا هذه للأطفال - التي لابد وأن تتوفر وجودها كى تبدأ عملية التفاهم . اننا نعرف أن ذلك يتكون لدى الحيوانات ولكن بطريقة رديئة ؛ ولكن دعنا من ذلك الآن . ان ماخ يعنى أيضا أن بناء النظريات العلمية - حتى المعقدة جدا - يتم أساسا بطرق متشابهة مؤداها أننا نحاول ترتيب الظواهر

(١) أى استخدام مجموعة الأفكار اللازمة لبناء النظرية فقط .

(٢) Ernst Mach فيزيائي وفيلسوف ألماني ( ١٨٣٨/٢/١٨ - ١٩١٦/٢/١٩ ) .

ثم اسنادها بطريقة ما الى ما هو أيسر ؛ وبهذه الطريقة يمكننا فهم مجموعة كبيرة من الظواهر باستخدام بضع مصطلحات قليلة .  
ان كلمة « فهم » هنا لا تعنى الا امكانية الالمام بالنواحي المختلفة للظواهر عن طريق هذه المصطلحات البسيطة .

ان ذلك كله يبدو معقولا ، ولكن علينا أن نسأل عما يعنيه هنا مبدأ « الاقتصاد الفكرى » . هل يقصد به « الاقتصاد الفلسفى » ، أو « المنطقى » ، أو لنسأل بطريقة أخرى . هل نعنى هنا الناحية الذاتية أو الناحية الموضوعية للظاهرة ؟ عندما يقوم الطفل ببناء المصطلح « كرة » ، فانه بذلك يتوصل نفسيا الى تبسيط معين مؤداه التعبير عن « انطباعات حسية » معقدة بواسطة هذا المصطلح . أم هل توجد « الكرة » بالفعل ؟ ربما أجاب ماخ على هذا السؤال قائلا : « ان الجملة الكرة توجد بالفعل ، لا تتضمن شيئا أكثر من الزعم بالانطباعات الحسية البسيطة التى يمكن التعبير عنها ؛ ولكن ماخ يعتبر مخطئا هنا . وذلك أولا لأن الجملة « الكرة توجد بالفعل » تتضمن أيضا مجموعة كبيرة من المقولات عن « انطباعات حسية محتملة » قد تقع فى المستقبل . ان ما هو « محتمل » (das Mögliche) أو « متوقع » (das zu Erwartende).

يعتبر جزءا هاما جدا من حقيقتنا ولا يجب أن ننساه بجوار ما هو واقع بالفعل . وثانيا فأننا يجب أن نفكر أن الانتقال من « الانطباعات الحسية » الى « التصورات » و « الأشياء » يعتبر فرضا أساسيا لفكرنا . اننا اذن عندما نتحدث فقط عن « الانطباعات الحسية » فأننا نحتاج الى لغتنا وفكرنا . وبمعنى آخر ، فان حقيقة أن العالم موجود بالفعل وأن « انطباعاتنا الحسية » تعتبر أساسا « شيئا موضوعيا » ، كل هذا يبدو غير مهم عند ماخ . اننى لا أريد بهذا القول « بالواقعية الساذجة » ، وذلك لأننى أعرف أننا بصدد قضايا معقدة للغاية ، ولكننى أشعر أن مصطلح ماخ عن المشاهدة يعتبر أيضا شيئا ساذجا . ان ماخ يتصرف وكأننا نعرف فعلا ما تعنيه كلمة « يشاهد » ، ولأنه يعتقد أنه يستطيع فى هذا الموقف الضغط على القرار « ذاتى » أو « موضوعى » . فان مصطلحه للتبسيط قد حصل على هذا الوصف المعقد المشكوك فيه : أى « الاقتصاد الفكرى » الذى طغت الذاتية على لونه . وفى الواقع فان بساطة القانون الطبيعى تعد أيضا حقيقة موضوعية ، وبالتالي فانه من المهم للغاية اقامة التوازن الصحيح بين الناحية الذاتية والناحية الموضوعية لعملية التبسيط أثناء أى عملية صحيحة

لبناء المصطلحات • وبالطبع فان ذلك صعب للغاية • ولكن لنعد مرة ثانية الى موضوع محاضرتك • اننى اعتقد أنك ستواجه صعوبات كثيرة فى نظريتك فيما بعد وخصوصا عند الموقع الذى تحدثنا عنه سابقا •

ودعنى الآن أذكر لك الأسباب بدقة • انك تتصرف كما لو كنت تستطيع ترك كل شئ على جانب المشاهدة كما هو عليه حتى الآن ، وهذا يعنى ، كما لو كنت تستطيع الحديث « باللغة التى لدينا الآن عما يشاهده الفيزيائيون • واذن فيتحتّم عليك القول : اننا نشاهد « مسارات الاليكترونات » فى « غرفة الضباب » من خلال جدران الغرفة ، أما فى الذرة فلا يجب أن توجد « مسارات للاليكترونات » • ان هذا بالطبع يعد هراء محققا • فمصطلح « المسار » لا يجب أن يختل ببساطة لعله تصغير « الحيز » الذى يتحرك فيه الاليكترون •

هيزنبرج : « اننا لا نعرف قطعيا فى الوقت الحاضر باى « لغة » نستطيع الحديث عما يحدث داخل الذرة • حقيقة ان لدينا « لغة رياضية » أو بمعنى آخر « نسق رياضى » نستطيع بمساعدته حساب «مستويات الطاقة الثابتة للذرة» أو « احتمالات الانتقال » من مستو الى آخر • ولكننا لا نعرف بعد كيف ترتبط هذه « اللغة » مع لغتنا الفيزيائية العادية • وبالطبع فاننا نحتاج الى هذه الرابطة من أجل تطبيق النظرية على التجارب العملية ؛ لأننا نتحدث عن التجارب دائما « باللغة العادية » أى اللغة الحالية « للفيزياء الكلاسيكية » • وبناء على هذا فنحن لا نستطيع الزعم بأننا قد « فهمنا » بعد « ميكانيكا الكم » • واذن فأننى أخمن أن « النسق الرياضى » صحيح فعلا ولكن علاقته مع « اللغة العادية » لن تتكون بعد • فقط عندما ننجح فى تكوين هذه العلاقة ستصبح — كما أتمنى — عملية الحديث عن مسارات الاليكترونات داخل غرف الضباب ميسرة لنا بلا تناقضات داخلية • وكما ترى اذن فالوقت ما زال مبكرا لحل مشكلتك •

أينشتاين : حسن ، دعنى أقر هذا • اننا سوف نستطيع الحديث عن ذلك بلا شك بعد بضع سنوات • ولكن ربما تسمح لى باثارة قضية أخرى ترتبط بمحاضرتك • ان « ميكانيكا الكم » لها جانبان مختلفان تماما • جانب يعنى — كما يكرر بوهر دائما « باستقرار » الذرات ، وهو أنها تدع الأشكال نفسها تتكون من جديد دائما • وجانب آخر يصف لنا عنصرا غريبا من « الاستمرارية »



(Diskontinuitat) في الطبيعة نراه مثلا عندما نشاهد ومضة الضوء المنبعثة من عينة من «المواد المشعة» فوق «الشاشات الضوئية» (١) . ان هذين الجانبين يرتبطان بالطبع ببعضهما . واذن فمن المحتمل عليك الحديث عن هذين الجانبين أثناء تناولك « لميكانيكا الكم » ، وليكن ذلك مثلا عندما نتحدث عن « الارسال الضوئي » لذرة ما . انك تستطيع حساب « قيم الطاقة المحددة (diskrete Energie Werte) » للمستويات الثابتة . واذن فان نظريتك تستطيع حساب « استقرارية » الأشكال التي لا تنتقل باستمرارية خلال بعض ولكنها تختلف بكميات نهائية محددة وتتكون من جديد دائما . لكن ما الذي يحدث خلال عملية الاشعاع الضوئي ؟ لعلك تعرف ، اننى قد حاولت تصور أن الذرة تهبط فجأة من قيمة طاقة ثابتة الى قيمة أخرى وذلك بأن ينبعث الفرق بين القيمتين على هيئة « حزمة طاقة » أو ما يسمى « بالكم الضوئي » (Lichtquant) . ان هذا يعتبر مثلا خاصا لعنصر « اللا استمرارية » الذى أشرت اليه . هل تعتقد أن هذا التصور صحيح ؟ هل تستطيع بدقة أكثر حساب الانتقال من مستوى ثابت الى مستوى آخر ؟ »

هيزنبرج : « أعتقد اننى قد تعلمت من بوهر أننا لا نستطيع الحديث أبدا عن مثل هذا الانتقال باستخدام مصطلحاتنا الحالية ، وأنا لا نستطيع وصفه - بأى حال - كحدث فى « الزمان » و « الحيز » . بالطبع هذا ليس كثيرا ، ويمكن القطع بأننا لا نعرف شيئا بهذا الصدد . أما بالنسبة لسؤالك عما اذا كنت أعتقد فى وجود « الكم الضوئي » أم لا ، فائنى لا أستطيع هنا تقرير اجابة محددة . يبدو أن عملية الاشعاع ترتبط بعنصر من « اللا استمرارية » أو ما تمثله أنت « بالكم الضوئي » - بيد أنها تتضمن أيضا عنصرا من « الاستمرارية » يتجلى فى ظواهر « التداخل الضوئي » ويمكن وصفه بسهولة « بالنظرية الموجية » . ولكنك تسأل بحق عما اذا كنا نستطيع من خلال « ميكانيكا الكم » ، التى لم نفهمها بعد بكل دقة ، أن نتعلم شيئا عن هذه القضايا المعقدة للغاية . اننى أتصور أننا نستطيع الحصول على معلومات هامة اذا اعتبرنا أن الذرة توجد فى حالة « تبادل طاقى » (Energie austausch) مع الذرات الأخرى القريبة منها أو مع « المجال الضوئي » (Hohlsfeld) المحيط بها . بعد ذلك قاننا نستطيع البحث عن « اهتزاز الطاقة » فى الذرة . اذا تغيرت الطاقة بطريقة غير مستمرة ، كما نتوقع حسب

(١) مثل شاشة التليفزيون .

تصورك « لكم الضوئي » فانه عندئذ يكون « الاهتزاز » (Schwankung) ، أو بالتعبير الرياضي « متوسط مربع الاهتزاز » (mittlere Schwinkungsquadrate) أكبر منه في حالة ما اذا كانت الطاقة تتغير بطريقة مستمرة . اننى أميل الى الاعتقاد أن النتيجة الكبرى التى ستخرج من « ميكانيكا الكم » هى الظهور المباشر لعنصر « الاستمرارية » . ومن ناحية أخرى فانه يتحتم رؤية عنصر « الاستمرارية » الذى نشاهده فى ظواهر « التداخل الضوئي » . ربما يجب علينا أن نتصور طريقة الانتقال من مستوى ثابت الى آخر مثلما يحدث فى بعض الأفلام حيث يتم الانتقال من صورة الى أخرى . فى هذه الحالة لا يحدث الانتقال فجأة ولكن الصورة تصبح بمرور الوقت باهتة بينما تظهر الصورة الأخرى ببطء ، وبالطبع فان هناك فترة لا يمكننا فيها التحقق من الصورة المرادة بالفعل . ربما يوجد هناك مستوى بينى لا يمكننا فيه أن نعرف ما اذا كانت الذرة تنتمى الى المستوى الأعلى أو الأسفل .

أينشتاين : « ان أفكارك تتحرك الآن فى اتجاه خطير جدا . فانت تتحدث عما نعرفه عن الطبيعة وليس عما تقوم به الطبيعة بالفعل . ان القضية فى العلوم الطبيعية تدور فقط حول استنباط ما تقوم به الطبيعة بالفعل . بالطبع قد يكون من الممكن أن كلا منا يعرف شيئا مختلفا عن الطبيعة ، ولكن من يهمل هذا ؟ ، ربما أنت وأنا . ولكن بالنسبة للمجموع فان ذلك يعتبر شيئا غير مهم قطعيا . ومن هنا فاذا كانت نظريتك صحيحة بالفعل ، فانه يتحتم عليك أن تخبرنى فى يوم ما عما تفعله الذرة أثناء انتقالها من « مستوى ثابت » الى « مستوى آخر » خلال « عملية الاشعاع الضوئي » .

هيزنبرج : « ربما ، ولكن يبدو أنك تستخدم اللغة بطريقة فظة بعض الشيء . وبالرغم من ذلك فاننى أعترف حقا أن كل ما أستطيع الاجابة به الآن لا يعدو التبرير الذريع فلننظر اذن كيف ستتطور النظرية الذرية » .

أينشتاين : « لماذا تؤمن بنظريتك بهذه الدرجة بالرغم من أن هناك أسئلة مركزية لم تصبح واضحة بعد ؟ » .

هيزنبرج : « اننى أعتقد مثلك أن « بساطة القوانين الطبيعية » لها صفة موضوعية وأن الأمر لا يتطلب فقط « الاقتصاد الفكرى » . عندما تقودنا الطبيعة الى « أشكال رياضية » ذات بساطة كبرى وجمال فائق - وأعنى بكلمة أشكال هنا : نظما مغلفة من الفروض

الأساسية ، والبداهيات وخلافه - أى الى أشكال لم يفكر فيها أحد من قبل ؛ عندئذ سيتبين لنا - دون قيد أو شرط - أنها أشكال فعلية ، أو بمعنى آخر أنها تمثل نفثة حقيقية من الطبيعة . ولعل هذه الأشكال تتناول أيضا علاقتنا بالطبيعة وتحتوى على عنصر من « الاقتصاد الفكرى » . ولكن بما أننا لم نستطع حتى الآن التفكير بأنفسنا فى هذه الأشكال التى يجب أن تقدم لنا أولا من قبل الطبيعة ، فلا بد أنها تنتمى الى الواقع نفسه ، وليس فقط لأفكارنا عن الواقع . لعلك تهمنى هنا بأننى استخدم مقياسا جميلا للواقع بحديثى عن البساطة والجمال . ولكننى أعترف أن ثمة قوة اقناع كبرى تنبثق - بالنسبة لى - من البساطة والجمال للنسق الرياضى الذى ألهمته الطبيعة لنا . وبالتأكيد انك قد عاشرت هذا أيضا وان الانسان ليكاد ينتابه الفزع من بساطة وحبكة العلاقات التى تظهرها الطبيعة له مرة واحدة . ان الشعور بأننا ننهر بمثل هذا المنظر يختلف تماما حتى عن السعادة التى نشعر بها عندما ننجز بأنفسنا عملا يدويا فيزيائيا أو غير فيزيائى - على وجه حسن . ومن هنا فأننى أتمنى بالطبع أن تحل كل القضايا التى تحدثنا عنها اليوم بطريقة ما . ان بساطة « النسق الرياضى » تؤدى حتما الى امكانية التفكير فى تجارب متعددة يمكن التنبؤ الحسابى بنتائجها بكل دقة وفقا للنظرية . وعندما تجرى هذه التجارب بالفعل وتؤدى الى النتائج المتنبأ بها فانه لن يتطرق الشك إلينا بعد ذلك فى أن النظرية تمثل الطبيعة فى هذا الميدان بطريقة صحيحة » .

أينشتين : « ان التحقيق عن طريق التجربة يعتبر الفرض التافه لصحة أى نظرية فيزيائية . ولكننا لا نستطيع اختبار كل شئ . ولذلك فان ما قلته بصدد البساطة الرياضية يهمنى أكثر . بيد أننى لا أريد الزعم بأننى قد فهمت ما يمكن أن يترتب على بساطة القوانين الطبيعية » .

بعد أن استمر الحديث لوقت طويل حول مقاييس الحقيقة فى الفيزياء ودعت أينشتين ثم قابلته بعد سنة ونصف فى « مؤتمر السولفوى » Solvay-konferenz فى بروكسيل حيث أدت أسس « نظرية الكم » المتعلقة بالفلسفة ونظرية المعرفة مرة أخرى الى مناقشات مثيرة بلا حدود .



## ٦ - رحلة الى العالم الجديد

( ١٩٢٦ - ١٩٢٧ )

لو بحثنا عن سر الانجاز الرائع لكريستوفر كولومبوس (١) عندما اكتشف أمريكا فأننا سنجد أنه لم يكن فكرة استغلال كروية الأرض للسفر الى الهند عن طريق الابحار نحو الغرب ، لأن هذه الفكرة أثبتت قبل ذلك بواسطة رحالة آخرين . أيضا لم يكن سر هذا الانجاز هو العناية الفائقة التي صاحبت رحلته والمعدات المتخصصة للسفينة التي كان من الممكن اعدادها بواسطة آخرين . ولكن أصعب ما تضمنته رحلة الاستكشاف هذه هو العزم على ترك الأرض المعروفة حتى ذلك الحين والرحيل بعيدا الى الغرب حيث تصبح العودة غير ممكنة اذا حسبنا المؤن التي زودت بها السفينة . بنفس هذا المنطق ، فأننا نستطيع كسب أرض جديدة في العلم فقط اذا عزمنا عند منعطف هام في أبحاثنا على ترك الأسس التي استند عليها العلم حتى هذا المنعطف والقفز أحيانا في الفضاء . لقد أقلق أينشتاين في نظريته النسبية عن استخدام المصطلح المعروف وقتها عن التلازم الزمني والذي ينتمي الى الأسس الثابتة للفيزياء الكلاسيكية ، وقد كان هذا الاقلاق في ذاته هو السبب الذي أدى بكثير من الفيزيائيين والفلاسفة الأجلاء الى موقف العداء المرير ضد

---

(١) Christoph Columbus ( ١٤٥١/٨/٢٥ - ١٥٠٦/٥/٢٠ ) رحالة إيطالي .

النظرية النسبية وذلك يرجع الى عدم قدرتهم على هضم هذه الفكرة . بل انه يمكن القول أن التقدم العلمى يتطلب فقط من الذين يشغلون به الأخذ بمضامين فكرية جديدة والعمل بها ، وبالطبع فإن كل الذين يشغلون بالعلم على استعداد تام لذلك . غير أنه عند الخوض فى أرض جديدة يتحتم علينا أحيانا ليس فقط الأخذ بمضامين جديدة ولكن أيضا تغيير التركيب الفكرى ذاته . اذا أردنا فهم ما هو جديد . ويبدو أن الكثيرين من المشتغلين بالعلم غير مستعدين أو قادرين على انجاز هذه الخطوة التى تجلب صعوبتها المطلقة فى الشكل الحاد الذى أخذته المناقشات أثناء مؤتمر العلماء الطبيعيين فى ليبزيغ . وبالتالى فقد وجب علينا نحن المشتغلين « بنظرية الكم الذرية » توقع حدوث مثل هذه الصعوبات .

فى الأشهر الأولى لسنة ١٩٢٦ وتقريبا فى نفس الوقت الذى أقيمت فيه محاضرتى فى برلين قرأنا فى جوتنجن بحثا للفيزيائى النمساوى « شرودنجر (١) » يتناول فيه قضايا النظرية الذرية من ناحية جديدة كلية . لقد وجه الفرنسى « لويس دي بروى (٢) » ، النظر قبل عام من ذلك الى « الازدواجية » (Dualismus) العجيبة بين « التصور الموجى » و « التصور الجسيمى » التى حالت آنذاك دون الوصول الى تفسير عقلى « للظواهر الضوئية » والتى اعتقد أنها قد تلعب دورا أيضا بالنسبة للمادة ، أى بالنسبة للإلكترونات مثلا .

طور شرودنجر هذه الافكار فى البحث المشار اليه ثم تمكن من الوصول الى « المعادلة الموجية » أو القانون الذى تنبعث وفقا له « موجات » من مادة ما تقع تحت تأثير « مجال أى قوة كهرومغناطيسية » . وقد استطاع شرودنجر أيضا بناء على هذا التصور المقارنة بين « المستويات الطاقية الثابتة » للأغلفة الذرية و « الاهتزازات الطولية » (Stehende Schwgunge) لنظام كالخيط المهتز مثلا . ومن هذه المقارنة تبين أن « طاقات » هذه « المستويات » تتصرف مثل « ترددات الاهتزازات الطولية » . كما تبين أيضا أن هذه « الطاقات » - التى توصل اليها شرودنجر بطريقة مباشرة - تتفق مع نتائج « ميكانيكا الكم الجديدة » . وقد كانت النقطة الأهم من ذلك تتركز فى نجاح شرودنجر فى اثبات أن « الميكانيكا الموجية » التى بناها تنطبق رياضيا مع « ميكانيكا الكم » ، وبالتالى فإن ثمة تعبيرين رياضيين مختلفين لموضوع واحد .

(١) Erwin Schrodinger ( ١٨٨٧/٨/١٢ - ١٩٦١/١/٤ ) .

(٢) Louis de Broglie ( ١٨٩٢/٧/١٥ - ) .

أثارت هذه التطورات الجديدة لدينا شعورا بالسعادة وذلك لأن ثقتنا في صحة التعبيرات الرياضية الجديدة قد ازدادت بدرجة كبيرة بالاضافة الى أن هذه التطورات قد هيأت لنا فرصة إجراء حسابات عديدة كان القيام بها في ميكانيكا الكم يعتبر معقدا للغاية (١) . بيد أن الصعوبات تركزت الآن في التفسير الفيزيائي لهذا « النسق الرياضى » الذى أقامه شرودنجر . لقد اعتقد شرودنجر أنه بالانتقال من فكرة « الجسيمات » البحتة الى فكرة « الموجات المادية » (Materie wellern) أمكنه التغلب على كل المتناقضات التى حالت دون فهم « نظرية الكم » لازمنة طويلة . ان « الموجات المادية » يجب اذن أن تكون « عمليات ظاهرية » فى « الحيز » و « الزمان » بنفس المنطق الذى تعودنا به ادراك الموجات الكهرومغناطيسية أو « الموجات الصوتية » فى « الفيزياء الكلاسيكية » . كما أن « اللااستمرارية » - التى لم يكن من الممكن تفسيرها فى « ميكانيكا الكم » - والتى تتجلى فى « الفقرات الكمية » (Quantensprunge) وأمثالها يجب أن تختفى تماما من النظرية . لم أستطع الاعتقاد فى تفسير شرودنجر هذا وذلك لأنه يتناقض تماما مع تصوراتنا فى كوبنهاجن وقد أصبحت قلقا لأن فيزيائيين كثيرين نظروا اليه كمخلص لهم من تلك القضية الغامضة .

من خلال المحاورات التى أجريتها مع نيلز بوهر وفولفجانج باولى وكثيرين آخرين أثناء السنوات السابقة اعتقدنا جميعا أننا قد اكتسبنا وضوح كامل للرؤية مبنى على أن « الوصف الظاهرى » المعتمد على « الحيز » و « الزمان » للأحداث فى الذرة غير ممكن . وذلك لأن « عنصر اللااستمرارية » الذى وصفه أينشتين فى برلين كنقطة خاصة مميزة « للظواهر الذرية » ، لا يسمح بمثل هذا الوصف . بالطبع فقد كان هذا اثباتا سلبيا ضد نظريتنا وقد كنا لذلك بعيدين عن أى تفسير متكامل « لميكانيكا الكم » . ولكننا كنا نعتقد فى ثقتنا أنه يتحتم علينا التخلص من التصور عن وجود « أحداث موضوعية » فى « الحيز » و « الزمان » . على النقيض من ذلك فقد تخطى التفسير الشرودنجرى كل هذه الحواجز بمفاجأة كبرى مؤداها تكذيب وجود هذه « اللااستمرارية » . وصار - بناء على ذلك - من غير الحقيقى أن الذرة تغير « طاقتها » فجأة بالانتقال من « مستوى ثابت » الى آخر وأن « الطاقة المفقودة » تخرج على شكل ما أسماه أينشتين « بالكم الضوئى » .

---

(١) وذلك لأن النسق الرياضى لهذه الميكانيكا كان مبنيا على نظرية المصفوفات .



أكثر من ذلك فقد فسر شرودنجر « عملية الاشعاع » هذه بأنها تتم عن طريق اثار « اهتزازتين ماديتين طوليتين » يؤدي التداخل بينهما الى ارسال « موجات كهرومغناطيسية » على شكل « موجات ضوئية » .  
لقد بدا لي هذا الغرض وكأنه تجرؤ على حقيقة واقعة ومن ثم فقد جمعت كل الحجج التي تثبت أن « التلا استمرارية » تعد بالقطع نفثة فعلية للطبيعة . كانت أول هذه الحجج بالطبع تتركز في « معادلة الاشعاع » لبلاك التي لم يشك أحد في صحتها الوضعية والتي كانت نقطة الانطلاق « لمبدأ بلانك » حول « قيم الطاقة الثابتة المحددة » .

عند نهاية الفصل الدراسي الصيفي لسنة ١٩٢٦ دعى زومرفيلد شرودنجر الى ميونخ لالقاء محاضرة عن نظريته الموجية ومن ثم فقد أتيت الى الفرصة الكبرى لمناقشتها معه خصوصا وأننى قد قمت فى هذا الفصل الدراسي فى كوبنهاجن باستخدام طريقة شرودنجر فى بحث حول « ذرة الهيليوم » . وأثناء أجازة استجمام تلت نهاية البحث بجوار « بحيرة ميوزا » (Mjosasee) فى النرويج أخذت النص فى حقيبتي وتجولت وحيدا من « جود براند سسدال » (Gudbrandsdal) فوق سلاسل عديدة من الجبال مارا فوق الطريق الضيق الضيق مهمل المجاور « لزوينيفيورد » (Soynefjord) ثم بعد اقامة قصيرة فى كوبنهاجن سافرت الى ميونخ لقضاء جزء من العطلة فى زيارة لوالدى وسامع محاضرة شرودنجر . لقد ظهر فى المحاضرة عميد معهد الفيزياء العملية فى جامعة ميونخ « فيلهلم فين » (Wilhelm Wien) الذى كان شديد الارتياح فى مبدأ الذرية (Atomystik) لزومرفيلد .

فى بداية المحاضرة قام شرودنجر بمناقشة المبادئ الرياضية « للميكانيكا الموجية » فى حالة « ذرة الهيدروجين » وقد كنا جميعا متحمسين للغاية لأنه قد أصبح من الممكن أخيرا استخدام الطرق الرياضية المعروفة بتناسق كامل فى حل هذه المشكلة التى نجح فولفجانج باولى بصعوبة شديدة فى حلها عن طريق « ميكانيكا الكم » . وفى نهاية المحاضرة تحدث شرودنجر عن تفسيره للميكانيكا الموجية الذى لم أثق فى صحته . وفى المناقشة التى تلت ذلك قدمت اعتراضا وجهت فيه النظر الى أن استخدامنا لرأى شرودنجر سيؤدى بنا للأسف الى عدم فهم « قانون الاشعاع » لبلاك . ولكننى فى هذه النقطة الانتقادية لم أكن موفقا بالقطع فقد وقف « فيلهلم فين » على الفور معلنا بطريقة حادة أنه متفهم تماما للأسف هذا خصوصا وأنه الآن قد جاءت نهاية « ميكانيكا الكم » وأنه يجب علينا من الآن عدم الحديث عن هراء مثل « القفزات الكمية » . أما بالنسبة للمشكلة التى أثرتها فقد قام شرودنجر بالتصدي

لها فى وقت قصير . بيد أنه لم يكن واثقا فى اجابته وظل مقتنعا بأنها مسألة وقت حتى نستطيع التغلب على هذه المشكلة ولكن يلزمنا أولا تحويلها كى تتفق مع روح نظريته . لم يكن من الممكن لى بعد ذلك استخدام حججى لجذب اهتمام أى من الحاضرين . حتى زومر فيلد لم يستطع التغلب على قوة الاقناع التى سطت بها رياضيات شرودنجر .

عدت بعد انتهاء المحاضرة والمناقشة الى منزلنا وقد انتابنى احباط شديد ولعلى كتبت فى نفس الليلة خطابا الى نيلز بوهر أخبره فيه عن النهاية الفاشلة للمناقشة . وربما كان ذلك الخطاب ذريعة لدى بوهر لأرسال دعوة الى شرودنجر للمجئ الى كوبنهاجن فى سبتمبر لمدة أسبوع أو أسبوعين وذلك لاجراء مناقشة واسعة حول تفسيره « للميكانيكا الموجية » و « ميكانيكا الكم » . لقد وافق شرودنجر على الدعوة وبالطبع فقد قررت فورا السفر الى كوبنهاجن لحضور المحاورة الهامة . بدأت المناقشات بين بوهر وشرودنجر فى محطة السكك الحديدية وامتدت كل يوم من الصباح الباكر وحتى وقت متأخر من الليل . وقد ساهمت اقامة شرودنجر فى بيت بوهر فى عدم انقطاع المحاورات مهما كانت الأسباب . وبالرغم من أن بوهر كان عادة كثير الاكتراث بضيقه ، ودودا ، لطيف الكلام ، إلا أنه قد بدا لى فى هذه الأيام وكأنه متعصب صلب ، لم يكن مستعدا للانتقال خطوة واحدة تجاه رفيقه فى المناقشة أو حتى اعطاء الفرصة لسوء الفهم ولو لحظة واحدة . انه لمن الصعب جدا اعادة صورة كاملة للمناقشة بينهما وكيف أن كلا منهما كان مقتنعا لانهاية برأيه . ولذلك فان المحاورة التالية تعتبر صورة باهتة للحديث بينهما الذى تجلت فيه بكل قوة الصراع حول تفسير التمثيل الرياضى الجديد للطبيعة .

**شرودنجر :** « انه ليتحتم عليك أن تفهم ، يا بوهر ، أن كل التصورات حول « القفزات الكمية » ما هى الا هراء محض . هناك يزعم البعض أن الاليكترون الموجود فى ذرة ما يدور فى « مسار » معين بطريقة « دورية » دون أن يشع . بيد أن هؤلاء لا يعطون أسبابا واضحة لعدم اشعاع الاليكترون فنحن نعرف أنه وفقا « لنظرية ماكسويل » لابد أن يشع هذا الاليكترون المتحرك طاقة . ثم بعد ذلك يقول البعض أن الاليكترون يقفز من هذا « المسار » الى آخر مما يؤدى الى وقوع « عملية الاشعاع » . واذن فالسؤال المنطقي هو هل يتم هذا الانتقال بالتدريج أو فجأة ؟ اذا كان يتم بالتدريج فان على الاليكترون أن يغير « تردد دورانه » و « طاقته » بالتدريج . عندئذ يصبح من غير المفهوم أن الاليكترون يعطى

بالرغم من ذلك « ترددات حادة » « لخطوط الطيف » . أما إذا حدثت عملية الانتقال فجأة ، أو بمعنى آخر فى « قفزة » واحدة ، فانه يمكننا التوصل الى « عداد الاهتزاز » الصحيح للضوء المنبعث عن طريق استخدام تصور أينشتين « لكم الضوئى » ، ولكن عندئذ يجب علينا أن نسأل عن كيفية ترك الاليكترون أثناء عملية « القفز » . لماذا لا يشع الاليكترون اذن أثناء ذلك « طيفا مستمرا » كما تتطلب نظرية « الظواهر الكهرومغناطيسية » ؟ وتحت أى قانون تتم حركته خلال « القفز » ؟ ومن هنا فان كل التصورات حول « القفز الكمي » ما هى الا أوهام كاذبة .

**بوهر :** « نعم ، انك محق بهذا الذى تقوله . ولكنه لا يثبت لنا عدم وجود « قفزات الكم » . انه يبرهن فقط على أننا لا نستطيع تصورها ، أو بمعنى آخر فانه يبين أن « المصطلحات الظاهرية » - التى نصف بها الأحداث اليومية فى حياتنا والتجارب العملية فى الفيزياء الحالية - لا تعتبر كافية لتمثيل الأحداث التى تتم أثناء « القفزات الكمية » . ان هذا الموقف ليس غريبا ، اذا أدركنا أن الأحداث موضع البحث لا يمكن أن تكون موضوع تجارب عملية مباشرة ، وأنها لا نستطيع معايشتها مباشرة وبالتالي تطبيق مصطلحاتنا عليها .

**شرودينجر :** « اننى لا أود الدخول معك فى مناقشة فلسفية عن بناء المصطلحات ، فذلك ينبغى ان يكون تخصص الفلاسفة فيما بعد ، ولكننى أريد أن أعرف ببساطة ما الذى يحدث داخل الذرة ، وبالتالى فانه لا يهمنى بالمرّة بأى « لغة » يمكننا الحديث عن هذا الموضوع . اذا كانت هناك اليكترونات داخل الذرة ، التى هى عبارة عن جسيمات وفقا لتصورك حتى الآن ، فان هذه الاليكترونات لابد وأن تتحرك ، ويجب ان نعرف أنه ليس من المهم لى الآن وصف هذه الحركة بكل دقة ، ولكن فى النهاية لابد وأن يكون ممكنا الوصول الى كيفية تصرف هذه الاليكترونات فى « المستويات الثابتة » أو أثناء انتقالها من مستوا الى آخر . اننا نعرف أن « التمثيل الرياضى » للميكانيكا الموجية أو الكميلة لا يزودنا بإجابة شافية عن هذه الأسئلة . ولكن فى اللحظة التى نبدى فيها استعدادنا لتغيير الصورة ، أى القول بأنه لا توجد اليكترونات « كجسيمات » بل توجد « موجات اليكترونية » أو « موجات مادية » ، فان كل شيء يظهر بطريقة مختلفة . اننا عندئذ لن نتعجب لوجود « الترددات الحادة » للاهتزازات . كما



أن الاشعاع الضوئي يصبح سهل الفهم تماما كما هو الحال في الراديو من خلال « انهوائى » (Antenne) وبذلك تختفى التناقضات السابقة الزائفة التى لا يمكننا حلها .

**بوهر :** « لا ، ان هذا للأسف ليس صحيحا . ان التناقضات لا تختفى ولكنها تنتقل الى موضع آخر . انك تتحدث مثلا عن الاشعاع الضوئي من خلال الذرة ، او بمعنى آخر عن « التأثير المتبادل » (Wechselwirkung) بين الذرة والمجال الضوئي المحيط بها ، وتعنى أنه من خلال الفرض أن هناك « موجات مادية » وليس « قفزات كمية » قد اختفت الصعوبات تماما . ولكن دعنا نفكر فى «التوازن الديناميكي الحرارى» (Thermodynamische Gleichgewicht) و « المجال الضوئي » مثلا فى استنتاج أينشتين «لقانون الاشعاع» لبلاك . انه من المهم جدا لاستنتاج هذا القانون أن طاقة الذرة تأخذ « قيما حادة » (diskrete Werte) وانها تتغير من حين لآخر « بلا استمرارية » . ان « القيم الحادة » للترددات الخاصة « بالاهتزازات الذاتية » (Eigenschwingungen) لا تساعد بالمرّة فى التغلب على هذا . انك لن تكون جادا اذا أردت وضع كل المبادئ الأساسية لنظرية الكم محل تساؤل . »

**شرودنجر :** « اننى بالطبع لا أزعج ان هذه العلاقات قد أصبحت مفهومة تماما لنا . ولكنك أيضا لا تملك تفسيراً فيزيائياً واقياً لميكانيكا الكم . اننى لا أدري لماذا لا يجب علينا أن نأمل أن تطبيق « علم الحرارة » على « نظرية الموجات المادية » سيؤدى فى النهاية الى تفسير حسن لمعادلة بلاك ، يختلف على أى حال عن التفسير الحالى . »

**بوهر :** « لا اننا لا يمكننا الأمل فى هذا . وذلك لأننا نعرف منذ خمسة وعشرين عاما ما تعنيه معادلة بلاك . وبالإضافة الى ذلك فاننا نرى « اللااستمرارية » أو القفزية فى الظواهر الذرية مباشرة ، مثلا فوق « شاشة الومضات » (Szintillations schirm) أو فى « غرف الضباب » ان ما نراه هو الظهور المفاجئ للومضات الضوئية فوق « الشاشة » أو المرور المفاجئ للليكترون فى « غرفة الضباب » انك بالتأكيد لا تستطيع التغاضى عن هذه الاحداث القفزية والتصرف كما لو أنها غير موجودة بالفعل . »

**شرودنجر :** « اذا استمر اصرارك على هذه القفزات الكمية اللعينة ،

فاننى آسف للغاية أننى قد كرسيت حياتى فى الاهتمام بنظرية الكم هذه .

يوهر : « ولكننا نشكر لك بلا حدود أنك قد فعلت هذا وذلك لأن « الميكانيكا الموجية » التى كونتها تمثل فى وضوحها وسهولتها الرياضية خطوة تقدمية رائعة بالمقارنة بالشكل الحالى « لميكانيكا الكم » .

هكذا استمرت المناقشات لساعات وساعات من النهار والليل دون الوصول الى اتفاق . وبعد بضعة أيام سقط شرودنجر مريضاً نتيجة المجهود الضخم الذى بذله ولازم الفراش تحت تأثير الأنفلونزا ، وقامت بتمريضه زوجة بوهر ، فأحضرت له الشاي والتورته ولكن نيلز بوهر كان يجلس على حافة السرير وظل يردد « ولكنه يتحتم عليك أن تسلم بأن .. » .

لم يكن من الممكن الوصول الى تفاهم حقيقى فى هذا الوقت لأن كلا منهما لم يكن فى جعبته تفسير كامل ومحبوك « لميكانيكا الكم » . ومع ذلك فقد شعرنا نحن الكوبنهاجيين فى نهاية الزيارة بالثقة فى سيرنا فوق الدرب السليم . غير أنه قد تجلى لنا فى نفس الوقت مدى صعوبة اقناع حتى الفيزيائيين العظام بأنه يتحتم علينا التغاضى عن الوصف « الحيزى الزمنى » للأحداث الذرية .

فى الأشهر التالية أصبح التفسير الفيزيائى لميكانيكا الكم يمثل الموضوع الأساسى للمحاورات بين بوهر وبينى . كنت أسكن آنذاك فى الدور العلوى لمبنى المعهد فى شقة جميلة الأثاث تطل على الأشجار الموجودة فى مدخل حديقة الفاليد (Falld Park) وكان بوهر يأتى فى كثير من الأحيان الى حجرتى حيث نناقش سوياً كل احتمالات ما يسمى « بالتجارب العقلية » (١) (Gedanken experimente) كى نرى مدى فهمنا الفعلى للنظرية . وقد تبين لنا من خلال هذه المناقشات أن كلا منا يبحث حل القضايا المتعلقة فى اتجاه مختلف عن الآخر . فكأنت طموحات بوهر مركزة على المساواة بين التصورين الظاهرين ، أو « الصورة الجسيمية » و « الصورة الموجية » وأنه بينما هذان التصوران يلغى (٢)

---

(١) تجارب مثالية افتراضية معروفة النتائج لا يمكن إجراؤها فى العمل والهدف منها هو اختبار النظريات الفيزيائية المختلفة .

(٢) يقال أن حدثين معينين يلغى كل منهما الآخر اذا كان حدث أحدهما يحتم عدم حدوث الآخر مثال ذلك الحياة والموت بالنسبة للكائنات الحية .

كل منهما الآخر فانهما سويا يسمحان بالوصف المتكامل للحدث الذرى. أما بالنسبة لى فقد كان هذا النوع من التفكير يعتبره غير مريح بالمرّة . لقد أردت الانطلاق من مبدأ أن ميكانيكا الكم بشكليها المعروف فى هذا الوقت تعطى تفسيراً فيزيائياً واضحاً للكميات التى تتضمنها مثل « القيم المتوسطة الزمانية للطاقات » ، « العزم الكهربى » ، « الدفع » و « القيم المتوسطة للاهتزاز » . الخ ، وأنه ليس لدينا - تحت كل الاحتمالات - الحرية فى اعطاء التفسير الفيزيائى . أكثر من ذلك فانه يجب علينا الوصول الى التفسير العام الصحيح من خلال الاستنباط المنطقى البحت المبني على التفسير الخاص المتاح . وبهذا الصدد فقد كنت أيضاً - بالتاكيد بدون حق - غير راض عن بحث قام به ماكس بورن فى جوتنجن حول علاج التصادمات الذرية باستخدام طريقة شرودنجر . وقد قام بورن فى هذا البحث بافتراض أن مربع الدالة الموجية لشرودنجر تعتبر مقياساً لاحتمالية وجود الاليكترون فى موضع معين . وبالرغم من أننى اعتبرت أن رأى بورن صحيح فقد ضايقنى أنه قد بدا كما لو أننا قد جاوزنا بعضاً من حرية التفسير المتاحة . لقد كنت مقتنعاً بأن رأى بورن ينتج قسراً من التفسير المعطى لكميات خاصة فى ميكانيكا الكم . وقد عضد هذا الاعتقاد بحثان رياضيان واضحيان لديراك وجوردان . ولحسن الحظ فقد توصلنا ، بوهر وأنا ، فى محاوراتنا المسائية فى معظم الأحيان الى نفس الاستنتاج بصدد تجربة فيزيائية معينة ، بحيث أننا تمنينا أن تودى تطوراتنا المختلفة فى النهاية الى نفس النتائج الحسابية . بالطبع لم يستطع كل منا أن يفهم كيف أن ظاهرة بسيطة مثل « مسار الاليكترون » فى « غرفة الضباب » يمكن أن ينسجم مع التعبير الرياضى « للميكانيكا الموجية » أو « الكمية » . فى ميكانيكا الكم لم يظهر مصطلح « المسار » بالمرّة وفى « الميكانيكا الموجية » تواجد « شعاع مادى » ضيق ، ولكن كان يتحتم على هذا الشعاع أن ينتشر تدريجياً فى « حيز » يكبر بكثير قطر أى اليكترون ، بينما ظهر الموقف فى التجارب العملية مختلفاً تماماً .

امتدت محاوراتنا حتى منتصف الليل فى كثير من الايام واستمرت لأشهر طويلة وبالرغم من ذلك فلم نتوصل الى نتيجة مرضية . كل هذا أدى بنا الى حالة من الاجهاد التام صاحبها أحياناً التوتر الشديد بسبب خلافاتنا . من أجل ذلك قرر بوهر فى فبراير ١٩٢٧ الذهاب فى رحلة للانزلاق على الجليد فى النرويج ، وأحسست بالسعادة لأننى سوف أتمكن أخيراً من التفكير وحيداً فى كوبنهاجن حول هذه القضايا الصعبة اليائسة .



ومن ثم فقد بدأت التركيز على السؤال حول كيفية « التمثيل الرياضي » لمسار الاليكترون في غرفة الضباب في ميكانيكا الكم .  
وعندما واجهت في الليلة الأولى مشكلة لا يمكن التغلب عليها تطرق  
الشك الى في تركيب السؤال . ولكن ترى ما هو الخطأ اذن ؟ ان مسار  
الاليكترون من غرفة الضباب يوجد بالفعل ، بل اننا نراه بالعين المجردة .  
أيضا فان النسق الرياضي لميكانيكا الكم قائم بالفعل وهو يبدو مقنعا  
للاغاية ولا يتطلب ادخال تعديل عليه . واذن فان ايجاد حل هذه المشكلة  
لا بد وأن يكون ممكنا بالرغم من كل التحديات .

ربما كان الليل قد اقترب من منتصفه في ذلك اليوم الذي بدا  
الحل قريبا مني حين تذكرت فجأة محاورتي مع أينشتين وخصوصا قوله  
« ان النظرية هي التي تحدد ما نستطيع مشاهدته بالفعل » . لقد تجلى  
لي على الفور أنه يتحتم البحث عن مفتاح تلك البوابة المغلقة في هذا  
الموضع . ولم يكن أمامي سوى القيام بجولة خلال « حديقة الفاليه »  
(Falled Park) مأخوذا بالتفكير العميق في عواقب مقولة أينشتين  
هذه . لقد كنا دائما نقول ان مسار الاليكترون في غرفة الضباب يمكن  
رؤيته . ولكن ربما كان ذلك الذي نراه أقل من ذلك ربما نستطيع فقط  
ادراك سلسلة محددة من الأماكن المعينة الغير دقيقة للاليكترون . ان  
ما نراه فعلا في حجرة الضباب هو قطرات منفردة من الماء التي تكبر  
الاليكترون آلاف المرات . واذن فالسؤال الصحيح الذي يجب أن نطرحه  
هو : هل نستطيع من ميكانيكا الكم تمثيل موقف معين يحتل فيه  
الاليكترون موضعا معينا بطريقة تقريبية – أى ببعض من عدم الدقة –  
وفي نفس الوقت يملك فيه الالكترن سرعة معينة بطريقة تقريبية أيضا  
– أى ببعض من عدم الدقة (١) ؟ وهل نستطيع تصغير عدم الدقة  
هذا بحيث لا تقع في صعوبات مع التجربة ذاتها ؟ لقد أثبتت عملية  
حسابية قصيرة قمت بها بعد عودتي الى المعهد أننا نستطيع تمثيل مثل  
هذه المواقف رياضيا وأن ثمة علاقة رياضية لعدم الدقة في « الموضع »  
و « السرعة » عرفت بعد ذلك باسم « علاقة اللاتحديدية »  
(Urbestimmtheitsrelation) في ميكانيكا الكم . ومؤدى هذه العلاقة  
هو أن مضروب اللاتحديدية في « الموضع » واللاتحديدية في « كميات

(١) المقصود هنا هو هل يمكننا تمثيل موضع الاليكترون بطريقة تقريبية وسرعته  
المناظرة بطريقة تقريبية . وكلمة موقف هنا تشير الى عملية قياس الموضع والسرعة في نفس  
ال لحظة .

الحركة « - ( كمية الحركة لجسيم ما هي حاصل ضرب كتلته في سرعته )  
 - لا يمكن ان يصغر « كم التأثير » . (Wirkungs quantum)  
 ليلانك ، وبناء على ذلك فقد بدا لي أن العلاقة بين المشاهدات في غرفة  
 الضباب والرياضيات الخاصة بميكانيكا الكم قد تكونت أخيرا ولم يعد  
 المطلوب سوى اثبات أنه في أى تجربة عملية تتكون فقط المواقف التي  
 تحقق علاقة اللاتحديدية . ولكن ذلك بدا لي منطقيا منذ البدء وذلك لأن  
 الأحداث في كل تجربة - أثناء المشاهدة - لابد وأن تحقق بذاتها قوانين  
 ميكانيكا الكم ، وبالتالي فإنه بافتراض هذه القوانين هنا فإنه لن تتكون  
 لدى التجارب مواقف لا تتفق مع ميكانيكا الكم بناء على المبدأ : « ان  
 النظرية هي التي تحدد ما نستطيع مشاهدته بالفعل » . بعد انتهائي  
 من هذه المشكلة أخذت في نيتي اثبات المطلب السابق عن طريق اجراء  
 حسابات مفصلة لتجارب بسيطة في الأيام التالية .

هنا أيضا تذكرت محاورة كنت قد أجريتها مع صديق للدراسة  
 في جوتنجن يدعى « بوركهارد درودي » (Burkhard Drude) . عندما  
 تناولنا الصعوبات المصاحبة لتصوير المسارات الاليكترونية في الذرة أثار  
 بوركهارد الاحتمال المبدئي لبناء ميكروسكوب ذي « قدرة تحليل » كبيرة  
 للغاية بحيث نستطيع به رؤية مسار الاليكترون مباشرة . مثل هذا  
 الميكروسكوب لا يمكن أن يعمل بالضوء العادي ولكن ربما بواسطة أشعة  
 جاما . وقد بدا لنا أنه من ناحية المبدأ ربما يكون ممكنا باستخدام مثل  
 هذا الجهاز تصوير مسارات الاليكترون في الذرة فوتوغرافيا . لقد توجب  
 على اذن اثبات أنه حتى في مثل هذا الميكروسكوب فإنه من غير المسموح  
 به تعدي الحدود المعطاة خلال العلاقة اللاتحديدية . لقد نجحت في  
 الوصول الى هذا الاثبات وبالتالي فقد زادت ثقتي في صحة التفسير  
 الجديد . بعد عدة حسابات من هذا النوع أجملت كل نتائجي في خطاب  
 طويل الى فولفجانج باولي في هاجرج الذي أجابني على الفور برد  
 مشجع للغاية .

بعد عودة بوهر من رحلة الترحلق على الجليد بدأت المناقشات مرة  
 أخرى حول ما توصل كل منا اليه خلال هذه الفترة وقد حاولنا جعل  
 مبدأ الازدواجية بين الصورة الموجية والصورة الجسيمية للالكترون  
 الأساس الموضوعي لتفسيراتنا . لقد كان المنطلق الأساس في تفكير بوهر  
 يدور حول « مبدأ التكميلية » (Komplementaritat) الذي يصف  
 موقفا نكون فيه قادرين على ادراك حدث معين بطريقتي وصف مختلفتين .  
 هاتان الطريقتان للوصف تلغى كل منهما الأخرى ومع ذلك فأى منهما تكمل  
 الثانية ، فقط من وجود الطريقتين المتضادتين للوصف كل بجوار الأخرى

يصبح « الهيكل الظاهري » « للظاهرة التكرارية » مستنفذا تماما . لقد أبدى بوهر في أول الأمر بعض التحفظات ازاء علاقة اللاتحديدية التي اعتبرها حالة خاصة جدا للموقف العام لمبدأ التكميلية ، ولكننا عرفنا بعد ذلك ، بمساعدة الفيزيائي السويدي « أوسكار كلاين » (Oskar Klein) - الذي كان يعمل في ذلك الحين أيضا في كوبنهاجن - أنه لا يوجد اختلاف بالمرّة بين التفسيرين وأنه من المهم الآن تمثيل الموضوع بحيث يصبح مفهومه للرأي العام الفيزيائي .

جاءت المناظرة مع الرأي العام الفيزيائي في خريف عام ١٩٢٧ في تجمعين مختلفين الأول هو المؤتمر الفيزيائي في « كومو » (Como) الذي ألقى فيه بوهر محاضرة ملخصة عن الموقف الجديد والثاني هو ما يسمى « بمؤتمر - سولفاي » (Solvay - Kongress) في بروكسيل الذي دثيت إليه - وفقا لتقاليد هيئة - سولفاي (Solvay-Stiftung) - مجموعة صغيرة من المتخصصين لمناقشة قضايا نظرية الكم بالتفصيل . لقد أقمنا جميعا في فندق واحد ولم تثر المناقشات الجادة في صالات المؤتمر فحسب بل وفي أثناء تناولنا لوجباتنا الغذائية . وكان العبء الأساسي في الصراع حول تفسير نظرية الكم واقعا على بوهر وأينشتين الذي لم يكن مستعدا لقبول « الصفة الاحصائية » لنظرية الكم الجديدة . وبالطبع لم يكن أينشتين معترضا على عقد مقولات احتمالية حيثما تكون معرفة كل الأدوات اللازمة لتحديد « نظام » معين غير ميسرة ، فقد استندت على مثل هذه المقولات كل من الميكانيكا الاحصائية (Statistische Mechanik) وعلم الحرارة (Warmelehre) ولكن أينشتين لم يرد التسليم بأنه من غير الممكن مبدئيا معرفة كل الجوانب الضرورية للتحديد الكامل لحدث ما : « ان الاله الحبيب لا يضرب بالنرد » (Der liebe Gott würfelt nicht) لقد وردت هذه العبارة مرات كثيرة أثناء المناقشة معه . ومن هنا لم يكن ممكنا لأينشتين التلاؤم مع علاقة اللاتحديدية وحاول من ناحيته التفكير في تجارب تؤدي الى اسقاط هذه العلاقة . كانت المناقشات تبدأ غالبا في الصباح الباكر بأن يشرح لما أينشتين أثناء طعام الافطار تجربة عقلية جديدة تتناقض حسب رأيه مع علاقة اللاتحديدية . وبالطبع سرعان ما تبدأ بالتحليل وفي الطريق الى قاعة المؤتمر - الذي كنت غالبا ما أصاحب فيه بوهر وأينشتين - نكون قد توصلنا الى أول تفنيد لموضوع التجربة المقترحة . كانت تدور أثناء النهار الأحاديث عن ذلك وفي المساء أثناء العشاء يكون غالبا قد حان الوقت لأن يثبت نيلز بوهر أن التجربة العقلية لأينشتين لا يمكن أن تؤدي الى اسقاط علاقة اللاتحديدية . بعد هذا التفنيد الكامل كان



اينشتين يبدو هادئا تماما ولكن سرعان ما يأتى الصباح التالى كى يحكى لنا عن تجربة عقلية جديدة أكثر تعقيدا من سابقتها ثم يصر على أنها تبين فعلا عدم صلاحية علاقة اللاتحديدية . وبالطبع كانت هذه المحاولة تسقط فى المساء مثل سابقتها من اليوم الماضى . بعد أن استمرت هذه اللعبة عدة أيام قال صديق أينشتين « باول ايرينفيسست (١) » (Paul Ehrenfest) - الذى كان يعمل آنذاك فى « لايدن » (Leyden) بهولندا - « أينشتين ، اننى أشعر بالخجل لك وذلك لأنك تحاول تقديم الحجج ضد « نظرية الكم الجديدة » تماما كما فعل المناهضون لك ضد النظرية النسبية » .

ولكن هذا التحذير الطيب لم يقنع أينشتين . ومرة أخرى بدا لى واضحا كيف أنه من الصعب للغاية الكف عن التصورات ، التى كانت بالنسبة لنا أساسا للتفكير وللمعمل العلمى . لقد كرس أينشتين حياته العلمية من أجل البحث فى « العالم الموضوعى » للظواهر الطبيعية ، التى تتم فى الخارج فى « الحيز » و « الزمان » ، مستقلة عنا ، وفقا لقوانين ثابتة . ان الرموز الرياضية للفيزياء النظرية يجب أن تصور هذا « العالم الموضوعى » وبذلك يمكنها التنبؤ عن تصرفه فى المستقبل . والآن فان أنصار نظرية الكم الذرية يزعمون أنه عندما نهبط بأنفسنا عند حدود الذرة . فان مثل هذا العالم الموضوعى فى « الحيز » و « الزمان » لا يصبح موجودا وأن الرموز الرياضية للفيزياء النظرية تصور عندئذ ما هو محتمل فقط وليس ما هو واقع بالفعل . ومن ثم لم يكن أينشتين مستعدا - كما تطرق الشعور اليه - بأن تسحب الأرض من تحت قدميه بطريقة بسيطة هكذا . وحتى بعد ذلك ، عندما صارت نظرية الكم جزءا ثابتا من الفيزياء المعاصرة ، لم يستطع أينشتين أن يغير موقفه . لقد أراد اعتبار نظرية الكم حلا مؤقتا وليس نهائيا لتفسير الظواهر الذرية . « ان الاله لا يضرب بالنرد » لقد كانت هذه العبارة مبدأ أساسيا ثابتا لأينشتين لا يتزعزع ولم يترك أينشتين الفرصة لأحد كى يزحزحه عن هذا المبدأ . وربما استطاع بوهر بكل محاولاته فقط أن يرد على هذا المبدأ قائلا : « ولكن من البديهي أنه ليس من واجبنا أن نأمر الاله كيف يجب عليه أن يحكم العالم » .

(Aber es Kann doch richt unsere Aufgabe sein, Gott  
Vorzuschreiben, Wie er die Welt regieren Soll)

(١) فيزيائى نمساوى ( ١٨٨٠/١/١٨ - ١٩٣٣/٩/٢٥ ) .

## ٧ - المحاور الأولى حول العلاقة بين العلم والدين

( ١٩٢٧ )

في إحدى الأمسيات التي قضيناها سويا بمناسبة مؤتمر سولفاي في الفندق في بروكسل اجتمع بعض أعضاء المؤتمر من الشباب في القاعة ومن بينهم فولفجانج باولي وأنا . وبعد ذلك بقليل انضم إلينا بول ديراك ثم أثار أحدنا السؤال التالي :

**مجهول :** « ان أينشتين يتحدث كثيرا عن الإله الحبيب ، ترى ما الذي يعنيه بذلك ؟ ان أحدا منا لا يستطيع أن يتصور أن عالما كإينشتين لديه رابطة قوية بأي من التقاليد الدينية » .

**مجهول آخر :** « بانقطع ليس أينشتين ، ولكن ربما ماكس بلانك . ان هناك بعض المقولات ترجع الى بلانك عن العلاقة بين الدين والعلم اعتنق فيها الرأي القائل أنه لا يوجد هناك تناقض بين الاثنين وأن الدين والعلم يمكنهما بالقطع الالتقاء سويا » .

وهنا سألتني أحد الحاضرين عما أعرفه عن رأي بلانك في هذا المجال . وعما أفكر فيه شخصيا بهذا الصدد . وبالرغم من أنني كنت قد تحدثت كثيرا مع بلانك فقد دار حديثنا دائما حول الفيزياء فقط ولم نتناول القضايا العامة . بيد أنني كنت أعرف أصدقاء مختلفين لبلانك الذين

حدثوني مرات عديدة عنه ، بحيث اعتقدت فى قدرتى على اعطاء صورة  
لآرائه .

**هينز فيرج :** « اننى أخمن أن السبب فى أن الدين والعلم متفقان عند  
بلانك يرجع أنهما - كما يفترض هو - ينتميان الى مجالين مختلفين  
جدا من الحقيقة . ان العلم يهتم بالناحية المادية الموضوعية للعالم .  
انه يضعنا أمام واجبنا وهو عمل مقولات صحيحة حول هذه الحقيقة  
- الموضوعية وفهم علاقاتها المختلفة . ولكن الدين يهتم بعالم  
القيم . هنا يدور الحديث حول ما يجب أن يكون وعما يجب فعله ،  
وليس عما هو كائن بالفعل . ان القضية فى العلم تتركز فى  
« الصواب » و « الخطأ » ، بينما القضية الكبرى فى الدين تتعلق  
« بالخير » و « الشر » أو « ما هو ملء بالقيمة » و « ما هو عديم  
القيمة » ان العلم هو أساس « التصرف المصلحى والتكنولوجى »  
بينما الدين هو أساس الأخلاق . واذن فيبدو أن النزاع بين  
هذين المجالين منذ القرن الثامن عشر يستند على سوء الفهم فقط  
الذى ينشأ عندما يفسر الانسان الصور والتشبيهات الدينية  
كمضامين علمية وهذا يعتبر بالطبع هراء . فى هذا الرأى - الذى  
تعلمناه أيضا فى منازلنا - يتم الفصل بين هذين المجالين بحيث  
نعتبر أحدهما منتميا الى « الناحية الموضوعية » للكون والآخر الى  
« الناحية الذاتية » له . ان العلم هو الطريقة التى نقف بها تجاه  
الناحية الموضوعية للعالم والطريقة التى نتناول ونفهم بها هذا  
الكون . أما الاعتقاد الدينى فهو يمثل - على العكس من ذلك -  
التعبير عن قرار ذاتى نضع به القيم التى نقيس عليها تصرفنا فى  
هذا العالم . اننا نأخذ هذا القرار فى العادة بالاتفاق مع الجماعة  
التي ننتمى اليها ، سواء أكانت العائلة أم الشعب ، أم الدائرة  
الثقافية . ان قرارنا يكون متأثرا بكل حدة بتربيتنا وبالبيئة  
المحيطة بنا . ولكنه على أى حال قرار ذاتى ومن ثم فهو لا يخضع  
لمقاييس « الصواب » و « الخطأ » . لقد استخدم ماكس بلانك -  
ان كنت قد فهمته حقا - هذه الحرية وقرر بوضوح الانتماء الى  
التقاليد المسيحية . ان تفكيره وتصرفه ، خصوصا فى العلاقات  
الانسانية ، ينبعان دون تحفظ من ميدان هذه التقاليد ،  
ولا يستطيع أحد أن يكف عن احترامه له لذلك . وهكذا يبدو  
لبلانك أن المجالين المتعلقين « بالناحية الموضوعية » و « الناحية  
الذاتية » للكون ، منفصلان تماما ، ولكننى أعترف أن هذا الفصل



لا يريحني • اننى أشك فى أن البشرية تستطيع بمرور الوقت الحياة بهذا الفصل الحاد بين العلم والدين •

**فولفجانج :** « لا ان هذا لا يمكن أن يستمر طويلا • ففى الوقت الذى نشأت فيه الأديان كانت المعرفة – الميسرة لدى الجماعة – ملائمة بالطبع للشكل الروحى الذى كان مضمونه الأهم هو القيم والأفكار الملزمة لهذا الدين • لقد كان لابد على هذا الشكل الروحى – أن يكون مفهوما بأى شكل لدى أبسط انسان فى الجماعة ، حتى ولو كانت الصور والتشبيهات تعطيه شعورا غير محدد لما تعنيه القيم والأفكار فى الواقع ، وقد كان هذا بالطبع هو المطلب الأساس فى كل دين جديد • كان لابد وأن يقتنع الانسان البسيط بأن الشكل الروحى كافيا لكل المعرفة التى تقع فى حوزة الجماعة ، اذا كان عليه أن يوجه كل القرارات فى حياته الخاصة وفقا لقيمتها الخاصة • وذلك لأن الاعتقاد لا يعنى بالنسبة له « اعتبار موقف ما صوابا (Fur-richtig-Halten) » ولكنه يعنى « الثقة فى القيادة من خلال هذه القيم (Sich der Führung durch diese Werte anvertrauen) ومن هنا ينشأ الخطر الكبير عندما تهدد المعرفة الجديدة ، التى أحرزت على مر التاريخ ، بانفجار الشكل الروحى القديم ، ان الفصل الكامل بين المعرفة والاعتقاد يعتبر اذن مساعدة ضرورية لوقت قصير للغاية • ففى دائرة الثقافة الغربية مثلا قد تأتى اللحظة فى المستقبل الغير بعيد التى عندها تفقد فيها الصور والتشبيهات للدين الحالى ، المنتشر فى هذه الدائرة ، قوة اقناعها حتى بالنسبة للعامة • عندئذ – وهذا ما أخشاه – ستنهدم الأخلاق الحالية فى وقت قصير وسوف تحدث أشياء فرعية لا أستطيع تصورها الآن • واذن فاننى لست مقتنعا بفلسفة بلانك حتى بالرغم من أنها منتظمة منطقيا وحتى بالرغم من احترامى للمواقف الانسانية التى تنبع منها • ان رأى أينشتين يعتبر أكثر ملاءمة لى • ان الاله الحبيب ، الذى يغتبط لترديد الحديث عنه ، له علاقة بالقوانين الطبيعية التى لا تتغير • ان لدى أينشتين الشعور « بالنظام المركزى » للأشياء • انه يحس بهذا النظام فى بساطة القوانين الطبيعية ويمكننا القول بأنه قد عايش مباشرة هذه البساطة أثناء اكتشافه للنظرية النسبية • وبالطبع فان الطريق طويل من هذه النقطة وحتى مضامين الدين • ان أينشتين لا يرتبط بتقاليد دينية معينة ، بل اننى أعتقد أن تصور « اله شخص » (personlicher Gott) يعتبر غريبا بالنسبة له • بيد أنه لا يوجد

عند أينشتين انفصال بين الدين والعلم . انه يعتقد أن « النظام المركزي » (Die zentrale Ordnung) ينتمي بنفس القدر الى « المجال الذاتى » و « المجال الموضوعى » للأشياء ، وهذا يعتبر بالنسبة لى منطلقا أفضل .

هيزنبرج : « منطلقا الى ماذا ؟ اذا اعتبرنا أن الموقف تجاه « العلاقة الكبرى » (der gross Zusammenhang) مسألة خاصة Privatsache فأننا سنصل بذلك الى تفهم كامل لموقف أينشتين ، ولكن لن ينبعث من هذا الموقف عندئذ أى شيء » .

فولفجانج : « ربما بلى ! ان التقدم العلمى فى القرنين السابقين قد غير بالتأكيد تفكير ابشر تماما ، حتى فيما وراء دائرة الثقافة المسيحية . ومن هنا فان ما يفكر فيه الفيزيائيون يعتبر شيئا هاما . ولقد كان التصور المثالى الضيق « لكون موضوعى » فى « الحيز » « الزمان » يتحرك وفقا « لقانون العلة » هو الذى أدى الى النزاع مع الشكل الروحى للأديان المختلفة . فاذا حطمت العلوم الطبيعية هذا الاطار الضيق - وقد تم ذلك فعلا فى النظرية النسبية ولعل أكثر منه سيحدث عن طريق نظرية الكم التى نناقشها بطريقة حادة الآن - فان العلاقة بين العلوم الطبيعية والمضمون الذى تريد بثه الأديان فى أشكالها الروحية سوف تأخذ شكلا جديدا . ولعلنا نكون قد كسبنا سسعة كبيرة فى الأفق من خلال العلاقات التى عرفناها من العلوم الطبيعية فى هذا الشأن خلال الثلاثين سنة الأخيرة .

فمبدأ التكميلية مثلا الذى يعطيه نيلز بوهر الآن أهمية كبرى فى تفسير نظرية الكم ، لم يكن بأى حال غير معروف فى العلوم الأدبية مثل الفلسفة ، حتى ولو أنه لم يذكر حرفيا هكذا . ان ظهور هذا المبدأ فى العلم أيضا يدل على تغيير جذرى ، وذلك لأننا نستطيع من خلاله فقط فهم أن تصور موضوع مَادى - وهو ما يعتبر بناء على نوعية مشاهدته مستقلا عنا تماما - يمثل فقط استكمالا مجردا لا يناظره شيء فعلى . وفى الفلسفة الآسيوية والأديان المنتشرة هناك (١) يوجد التصور التكميلى للتصور السابق ، أى التصور المبني على الذاتية البحتة لما هو مدرك ، والذى لم يعد يناظره موضوع معين . وأيضا فأننا نستطيع اثبات أن هذا التصور يعتبر استكمالا مجردا لا يناظر تماما أى واقعية روحية أو عقلية . واذن فأننا

(١) مثل البوذية .

سنجبر في المستقبل عندما نفكر في « العلاقات الكبرى » على الالتزام بالوسط المشار اليه مثلا خلال مبدأ التكميلية لبوهر .  
ان أي علم يستند على هذه الطريقة من التفكير لن يكون متسامحا فقط تجاه الأشكال المختلفة للأديان ولكن ربما يساهم في اضافة الكثير لعالم القيم ، وذلك لأن نظرتة للأشياء تكون أكثر شمولاً .  
أثناء ذلك جلس الى جوارنا «بول ديراك» (١) الذي لم يكن قد تجاوز  
أثناك الخامس والعشرين من عمره والذي أبدى على التواضع لمبدأ التسامح هذا واندفع قائلا :

« ديراك » : « اننى لا أعرف لماذا نتحدث هنا عن الدين . اذا كنا صادقين مع أنفسنا ، وهذا ما يجب أن يكون عليه كل منا كمشتغل بالعلم ، فان علينا الاعتراف بأن الأديان مليئة بالمزاعم الخاطئة التي لا توجد لها مبررات في عالم الواقع . فاذا نظرنا - قبل كل شيء - الى المصطلح « اله » Gott ، فانه بالقطع يعتبر من نتاج « الخيال Phantasie » الانساني . اننا يمكننا أن نفهم أن شعوبا بدائية ، كذلك التي أرهبتها سيادة القوى الطبيعية أكثر منا الآن ، قد شخصت - لحوفها الشديد - هذه القوى وعليه فقد توصلت الى مبدأ « الألوهية » (Gotttheit) ولكن في عالمنا الحالي الذي يمكننا فيه النظر الى العلاقات الطبيعية، لم تعد مثل هذه التصورات ضرورية بعد . اننى لا أستطيع ادراك أن افتراض وجود « اله قادر على كل شيء » (allmächtigen Gott) سوف يساعدنا في أي شيء . ولكنني من ناحية أخرى أرى أن هذا الافتراض يؤدي الى إثارة قضايا عديمة المغزى ، مثل السؤال لماذا يسمح إله بالبؤس والظلم في هذا العالم وباضطهاد الأغنياء للفقراء وبكل المآسى الأخرى ، بالرغم من قدرته على القضاء على كل هذا . اذا كان الدين ما زال يعلم في عصرنا الحالي ، فان ذلك لا يرجع الى أن هذه التصورات ما زالت تقنعنا ولكن لأن الأمل يكمن خلف ذلك في إرضاء الشعوب أو الناس البسطاء . ان حكم الناس الهادئين يعتبر أسهل من حكم الغير هادئين والغير راضين . ان ذلك ليسهل أيضا عملية استغلالهم واستهلاكهم . إن الدين هو نوع من الأفيون الذي يعطى للشعوب لغوايتها بالأحلام السعيدة وتغريتها في الظلم الواقع عليها . ومن هنا تنشأ ببساطة الرابطة بين القوتين السياسيتين . الكبريين ، الدولة والكنيسة . كلاهما يحتاج

(١) Paul Dirac فيزيائي انجليزي ( ١٩٠٢/٨/٨ - ١٩٨٤/١٠/٢٠ )



الى الخيال القائل أن هناك الها محسنا - ان لم يكون فوق الأرض  
ففى السماء ، الذى يثنى على الذين لا يتمردون ضد الظلم والذين  
يؤدون التزاماتهم بصبر وهدوء . وبالطبع فان قول الصدق ، ان  
هذا الاله هو فقط من نتاج الخيال الانسانى ، قد صار مكافئا لأرذل.  
خطايا الموت » .

هيزنبرج : « انك بهذا تحكم على الدين من ناحية الاستغلال السيء له.  
سياسيا . ولأننا نستطيع استغلال كل شىء فى هذا العالم بطريقة  
سيئه - وبالتأكيد أيضا تلك الأيديولوجية الماركسية التى تحدثت.  
عنها الآن - فاننا لن نكتفى بمثل هذا الحكم على الموضوع . وفى  
النهاية لابد وأن توجد جماعات بشرية ، ويتحتم أيضا على مثل  
هذه الجماعات ايجاد لغة مشتركة تمكنها من الحديث عن الموت.  
والحياة وعن العلاقة الكبرى التى تدور تحت تأثيرها حياة الجماعة .  
ان الأشكال الروحية ، التى تطورت فى تاريخ البحث عن لغة  
مشتركة للجماعة ، لا بد وأنها تملك قوة اقناع كبرى ، ما دام  
كثيرون من البشر قد وطموا حياتهم لمئات السنين فى اتجاه هذه  
الأشكال الروحية . ان الدين لا يهدم بهذه البساطة التى ذكرتها  
الآن . ولكن ربما يملك ديننا آخر ، مثل الدين الصينى القديم ،  
بالنسبة لك قوة اقناع أكبر من الدين الذى يظهر فيه تصور  
« الاله المشخص » .

ديراك : « اننى لا أتفق مبدئيا مع الخرافات الديثية ، وذلك لان  
خرافات الأديان المختلفة تتناقض سويا . وانه بالطبع لمن محض  
الصدفة أننى قد ولدت هنا فى أوروبا وليس فى آسيا . وبالقطع  
لا يمكن أن يعتمد ما هو حق على مكان ولادتى ، وبالتالى على ما يجب  
أن أعتقد . اننى لا أستطيع أن أعتقد فقط فى ما هو حق . أما  
بالنسبة لكيفية تصرفى فاننى أستنتجها بالعقل وفقا للموقف  
المعين اننى أعيش فى جماعة بشرية مع آخرين ، الذين أقر لهم  
أساسا نفس الحقوق فى الحياة التى أقرها لنفسى . واذن فانه  
يتحتم على أن أعنى بالتوازن العادل بين المصالح المختلفة ، وكل ما عدا  
ذلك يعتبر غسير ضرورى . كذلك فان الحديث عن المشيئة  
الالهية (Gotts Wille) ، الخطيئة ، التوبة ، وعن كل هذه  
الناحية من العالم ، التى يتحتم علينا توجيه تصرفاتنا وفقا لها  
تخدم فقط التستر على الحقيقة الفظة الحالية . ان الاعتقاد  
فى وجود اله يعضد التصور أن الانحاء أمام بطش ما هو أعلى يعتبر  
« مشيئة الهية » وبالتالى فان التركيبات الاجتماعية التى كانت

فى الماضى أمرا طبيعيا والتي لا تتلام مع عالمنا الحديث يجب ان  
تظل خالدة • حتى الحديث عن العلاقة الكبرى وما شابه ذلك  
يعتبر شيئا كريها بالنسبة لى •

ان ما يحدث فى الحياة هو تماما ما يحدث فى العلم • اننا نقف فى  
كلتا الحالتين أمام معضلات ويجب علينا محاولة حلها • واننا  
دائما لا نستطيع حل أكثر من معضلة واحدة فقط أثناء كل  
محاولة • واذن فالحديث عن العلاقة الكبرى ما هو الا تفرع فكرى  
اضافى •

هكذا دارت المناقشة لوقت طويل وقد تعجبنا أن فولفجانج لم يعد  
يشاركنا الحديث • لقد كان يستمع أحيانا بوجه مكتئب وأحيانا مبتسما  
ساخرا ، ولكنه لم يفه بشيء • أخيرا فقد سأله أحدنا عما يفكر ، فنظر  
منعجبا ثم قال :

فولفجانج : « نعم ، نعم • ان صديقنا ديراك له دين عنوانه هو : أنه  
لا يوجد اله لهذا الكون ، وديراك هو نبيه • »

عندئذ أطلق كل منا ضحكة عالية - ومعنا ديراك - انتهت معها  
محاورتنا المسائية فى قاعة الفندق •

بعد أيام قليلة ، ربما كان ذلك فى كوبنهاجن ، حدثت نيلز بوهر  
حول محاورتنا هذه • بيد أن نيلز بوهر أسرع بالدفاع عن العضو  
الجديد فى جماعتنا ( ديراك ) •

بوهر : « انه لرائع حقا ، كيف أن باول ديراك يقف دون مقايضة وراء  
ما يمكن التعبير عنه بلغة واضحة ومنطقية • ان ما يمكن التعبير  
عنه قطعيا - هكذا يعنى ديراك - يمكن الحديث عنه بوضوح أيضا  
وما لا يمكن التعبير عنه - هكذا قراءى « لفيتجينشتاين (١) »  
(Wittgenstein) - لا يجب ذكره بالمرّة • عندما يضع ديراك  
بحثا جديدا أمامى فان النص يكون واضحا للغاية وبلا تصحيحات  
- مع أنه مكتوب باليد - لدرجة أن النظر اليه يعتبر لذة خاصة ،  
وعندما اقترح عليه - مع ذلك - تغيير هذا أو ذاك التعبير ، ينتابه  
الحزن على الفور ، وفى معظم الأحيان لا يقوم بتغيير أى شيء •  
وذلك لأن البحث يكون - على كل حال - ممتازا للغاية •

منذ أيام كنت مع ديراك في معرض للتصوير علقت فيه لوحة للفنان الايطالى مانى (١) (Manet) تعبر عن منظر على البحر غلب عليه اللون الأزرق الرمادى الرائع . فى المقدمة كانت توجد مركب والى جواره ظهرت فى الماء نقطة رمادية قاتمة لا يمكن بسهولة فهم سبب وجودها . وهنا نظر ديراك الى اللوحة ثم انطلق قائلا . « ان هذه النقطة غير مسموح بها فى هذا الموضع » ان هذه بالطبع تعتبر طريقة غريبة للنظر الى الأعمال الفنية ، ولكنى أعتقد أنه محق فى هذا . ان العمل الفنى الجيد يجب - كما هو الحال فى العمل العلمى الجيد - أن تكون كل تفاصيله واضحة تماما حتى لا يكون هناك مجال للصدفة . وبالرغم من ذلك ، فاننا لا نستطيع الحديث عن الدين بهذه الطريقة . اننى أتفق مع ديراك فى أن تصور « اله شخص » يعتبر غريبا بالنسبة لى أيضا ، ولكن يجب أن يكون واضحا لنا أن اللغة فى الدين تستخدم بطريقة مختلفة تماما عنها فى العلم . ان اللغة المستخدمة فى الدين تعد أقرب للغة الشعر منها للغة العلم .

اننا نميل الى التفكير أن العالم يدور حول معلومات عن أشياء موضوعية بينما الشعر مثلا يدور حول ايقاظ الأحاسيس الذاتية . وبما أن الدين يعنى بحقيقة موضوعية ، فانه لابد وأن يخضع لتقاييس الحقيقة فى العلم . ولكن يبدو لى أن تقسيم الكون الى « ناحية موضوعية » و « ناحية ذاتية » يعد هنا نوعا كبيرا من القهر . فاذا كان الحديث فى كل الأديان يتم عن طريق صور وتشبيهات ومتناقضات ، فان ذلك لا يعنى الا أنه لا توجد طريقة أخرى للتعرف على الواقع المعنى به هناك ، ولكن ذلك لا يعنى أنه ليس واقعا بالفعل . اننا بتقسيمنا لهذا الواقع الى ناحية موضوعية وناحية ذاتية لن نستطيع الوصول الى شيء .

ومن هنا فأننى أجد أنه يعد تحريراً لفكرنا أننا قد تعلمنا من تطور الفيزياء فى السنوات الأخيرة كيف أن مصطلحى « موضوعى » و « ذاتى » يمثلان مشكلة معقدة للغاية . لقد بدأ هذا بالفعل مع النظرية النسبية ، لقد كنا نعتبر قبلها مقولة أن حدثين يقعان فى نفس اللحظة - ( متلازمين زمنيا ) - تعتبر تحقيقاً موضوعياً . يمكن ابلاغه بلغة واضحة للآخرين وعليه فان الاستدلال عليه بواسطة المشاهدة كان ممكناً ، واليوم نعرف أن مصطلح « التلازم

---

(١) Edouard Manet رسام فرنسى ( ١٨٣٢/١/٢٣ - ١٨٨٣/٤/٣٠ ) .



الزماني « يتضمن عنصرا ذاتيا ، وذلك لأن الحدثين الذين يعتبران متلازمين زمنيا لمشاهد ساكن ليس من الضروري أن يكونا كذلك بالنسبة لمشاهد متحرك . ان الوصف النسبي يعتبر اذن موضوعيا طالما أن كل مشاهدة يستطيع حساب ما يمكن أن يدركه مشاهد آخر أو ما أدركه بالفعل . ومهما يكن فاننا ابتعدنا بذلك قليلا عن مثالية الوصف الموضوعي المعروفة عن الفيزياء الكلاسيكية . وقد تمت في نظرية الكم عملية الابتعاد هذه بطريقة جذرية أكثر . ان ما يمكننا نقله هنا بلغة موضوعية - وفقا للفيزياء الكلاسيكية - قد اقتصر على المقولات الخاصة بما هو حقيقي . مثلا : هنا اسودت ورقة الفيلم الحساسة ، أو هنا تكونت قطرات بخارية . بيد أننا لا نتحدث عن الذرات أثناء ذلك . ولكن ما يمكن استنتاجه من هذا الموقف بالنسبة للمستقبل يتوقف على قضايا التجربة العملية التي يتحكم فيها المشاهد . وبالطبع فان هنا أيضا يتساوى ما اذا كان المشاهد انسانا أو حيوانا أو جهازا ما . ولكن التنبؤ حول الحدث المستقبلي لا يمكن أن يقال بدون الإشارة الى المشاهد أو أداة المشاهدة . وعليه فان كل قضية في الفيزياء المعاصرة تحتوى على نفثات « موضوعية » وأخرى « ذاتية » . لقد كان عالم العلوم الطبيعية الموضوعي في القرن السابق - كما نعرف نحن الآن - يعبر عن مفهوم متاخم (Grenzbegriff) مثالي وليس عن الواقع ذاته . وسوف يظل أيضا في المستقبل من الضروري لدى أى مناقشة للواقع التفرقة بين « الناحية الموضوعية » و « الناحية الذاتية » وعمل خط فاصل بينهما . ولكن موضع هذا الخط يمكن أن يعتمد على طريقة المشاهدة ويمكن اختياره عشوائيا لدرجة معينة . ومن هنا يبدو لي مفهوما أنه من غير الممكن الحديث عن مضمون الدين بلغة موضوعية . ان حقيقة أن الأديان المختلفة تبحث في تكوين هذا المضمون بأشكال روحية مختلفة تماما ، لا يعنى وجود اعتراض ضد اللب الحقيقي للدين . ربما يجب علينا ادراك هذه الأشكال المختلفة كطرق وصف تكميلية تؤدي - بالرغم من أن وقوع احدها يلغى وقوع الآخر - في كليتها الى انطباع حول الشراء الذي ينطلق من العلاقة بين الانسان و « العلاقة الكبرى » .

هيزنبرج : « اذا كنت تفرق هكذا بين لغة الدين ولغة العلم ولغة الفن ، فما الذى تعنيه اذن الجملة التى تقال بلغة منطقية « ان ثمة الها حيا » (Es gibt einen Lebendigen Gott) أو « ان ثمة روحا لا تموت » (Es gibt unsterbliche Seele) ؟ وما الذى يعنيه التعبير

« ان ثمة » فى هذا الجمل ؟ اننا نعرف أن النقد العلمى - بما فى ذلك نقد ديراك - ينصب على مثل هذه التعبيرات . هل يمكنك أن تسمح بالمقارنة الآتية ، وذلك فقط لاعتبار ناحية المشكلة المتعلقة بنظرية المعرفة : اننا نحسب فى الرياضيات كما هو معروف باستخدام الوحدة التخيلية ، أى بالجذر التربيعى لناقص واحد . وهو ما نكتبه  $\sqrt{-1}$  ونرمز اليه بالرمز  $i$  ، كما أننا نعرف أن هذا العدد  $i$  لا يوجد ضمن الاعداد الطبيعية . وبالرغم من ذلك فان فروعا كثيرة من الرياضيات ، مثل نظرية الدالة التحليلية ، تعتمد على ادخال هذه الوحدة التخيلية أو بمعنى آخر على أن  $\sqrt{-1}$  يوجد بالفعل . هل تتفق معى عندما أقول هنا ان التعبير « ان ثمة  $\sqrt{-1}$  » لا يعنى سوى « ان ثمة علاقات رياضية مهمة يمكن تمثيلها بطريقة أسهل من خلال ادخال المصطلح  $\sqrt{-1}$  » وان العلاقات قائمة حتى بدون هذا الادخال . ومن هنا فاننا نستطيع استخدام هذا النوع من الرياضيات أيضا بطريقة حسنة فى العلوم الطبيعية والتكنولوجيا . ان ما يمكن أن يقطع به فى نظرية الدالة مثلا هو وجود « مطابقات قانونية » (Gesetzmässigkeiten) عامة تستند على أزواج من المتغيرات التى تتغير باستمرار (Kontinuierlich veränderliche Variablen) وهذه العلاقات تصبح سهلة الفهم عندما تدخل المصطلح المجرد  $\sqrt{-1}$  بالرغم من أن الحاجة لهذا المصطلح ليست أساسا ضروريا للفهم وبالرغم من أنه لا يوجد ضمن الاعداد الطبيعية . ودعنى أذكرك أن مصطلح اللانهاية - الذى يلعب دورا هاما فى الرياضيات الحديثة - يعد مثلا آخر على هذه المصطلحات المجردة بالرغم من أنه لا يوجد شيء يناظره وبالرغم من أننا نقع فى صعوبات كثيرة بسبب ادخاله . اننا نعلم فى الرياضيات الى درجة عالية من التجريد ونكتسب من خلال ذلك الفهم الموحد لمجالات واسعة . فهل يمكننا هنا - لو أردنا العودة الى بداية حديثنا - فهم كلمة « ان ثمة » فى الدين كالصعود الى درجات عالية من التجريد ؟ وأن هذا الصعود ييسر لنا فهم العلاقات فى الكون ليس أكثر ؟ لكن العلاقات توجد بالفعل دائما ، بغض النظر عن الاشكال الروحية التى نحاول بها ادراكها .

بوهو : « ما دام الموضوع يختص بهذه الناحية من القضية المتعلقة بنظرية المعرفة فقد تكون هذه المقارنة موفقة . ولكن من وجهة نظر أخرى ، قانها غير كافية . ففى الرياضيات يمكننا أن نبتعد

داخليا عن مضمون ما هو مزعوم . وفى النهاية فان الموضوع يتعلق بمباراة عقلية يمكننا المشاركة فيها أو تركها كلية . أما فى الدين فان الموضوع يتعلق بنا نحن ، بحياتنا وموتنا ، وهناك تنتمى القوانين العقائدية الى القواعد الأساسية لتصرفاتنا ، وعليه — بطريقة غير مباشرة — الى أسس وجودنا . واذن فاننا لا نستطيع أن نقف ازاءها كمتفرجين فقط . كما أن موقفنا من قضايا الدين لا ينفصل عن وضعنا فى المجتمع الانسانى . بما أن الدين قد تكون كتركيب روحى للمجتمع البشرى ، فلعله يظل كذلك فى المستقبل سواء تحتم النظر اليه على مرور التاريخ كالقوة القادرة أكثر على البناء الاجتماعى أو سواء اضطلع المجتمع القائم فعلا بتطوير وتنمية تركيبه الروحى بحيث يصبح متلائما مع معارفه الجديدة . ويبدو أن كل فرد فى عصرنا الحالى يستطيع الاختيار بحرية ، التركيب الروحى الذى يريد أن يضع نفسه فيه مع أفكاره وتصرفاته ، ومن خلال هذه الحرية تنعكس حقيقة أن الحدود بين دوائر الثقافة المختلفة والمجتمعات البشرية المختلفة قد فقدت تماسكها وبدأت تتلاشى . ولكن حتى لو كان كل فرد يتمتع بأقصى درجات الاستقلال فانه سيتحتم عليه — شعوريا أو لا شعوريا — الأخذ بكثير من التركيبات الروحية المتوفرة فعلا . وذلك لأنه يتحتم عليه الحديث مع الأعضاء الآخرين فى المجتمع الذى قرر الحياة فيه حول الحياة والموت وحول العلاقات العامة (allgemeine Zusammenhänge) . يتحتم عليه تربية أولاده وفقا للمثل العليا فى مجتمعه ويتحتم عليه أن ينفخس فى حياة مجتمعه كلها . ومن هنا فان الضلالات المبنية على نظرية المعرفة لا تفيد بهذا الصدد . ولا بد وأن يكون واضحا لنا هنا أيضا أن هناك علاقة تكملية قائمة بين التفكير النقدى للمضامين العقائدية لدين ما وبين التصرف الذىبنى على أساس القرار فى صالح التركيب الروحى التى تقوده فى تصرفه وتساعد فى النجاة من الشكوك وتمنحه العزاء عندما يتعذب وتضمن له الشعور بالأمان والطمأنينة لدى « العلاقة الكبرى » . وبذلك يؤدى الدين الى تنظيم وتوافق الحياة فى المجتمع ، كما أن أهم واجباته هو التذكير المستمر بالعلاقة الكبرى عن طريق لغة الصور والتشبيهات .

هيزنبرج : « انك تتحدث هنا باستمرار حول القرار الحر للفرد . وانك لتضعه — اذا كان لنا أن نقارن بالفيزياء — فى مرتبة حرية



المشاهد في ترتيب تجربته هكذا أو هكذا • ان مثل هذه المقارنة لا يمكن اقامتها في الفيزياء القديمة • ولكن هل أنت مستعد لربط النفثات المميزة للفيزياء المعاصرة مباشرة مع قضية « حرية الارادة » (willenfreiheit) ؟ انك تعرف أن « التحديدية اللامكتملة » للحدث في الفيزياء الذرية تستخدم من وقت لآخر كحجة على أنه قد توفر الآن الحيز لحرية ارادة الفرد والحيز للتدخل الالهي •

يوهر : « اننى مقتنع أن هذا الموقف مبنى على سوء فهم • ويجب علينا عدم خلط القضايا المختلفة التى تنتمى - كما اعتقد - الى طرق وصف مختلفة ولكنها تخضع لمبدأ التكميلية • عندما نتحدث عن الارادة الحرة فاننا نعنى الموقف الذى يجب علينا أخذ القرار فيه • هذا الموقف يقع فى « رابطة امتناع (١) » مع الموقف الذى نحل فيه دوافع تصرفنا أو الموقف الذى ندرس فيه العمليات التشريعية مثل العمليات الكهروكيميائية فى المنح • فهنا يدور الموضوع حول مواقف تكميلية نموذجية ، وبالتالى فان السؤال عما اذا كانت القوانين الطبيعية تحدد الحدث بطريقة كاملة أو بطريقة احصائية، ليس له علاقة مباشرة مع قضية « الارادة الحرة » •

وبالطبع لابد وأن تتوافق فى النهاية طرق الوصف المختلفة ، وهذا يعنى أنه لابد وأن تتوافر امكانية التعرف على أن هذه الطرق تنتمى بلا تناقضات الى واقع واحد ، ولكن كيف يتم ذلك بالتفصيل ، هذا ما لا نعرفه حتى الآن • أما اذا كان الحديث يتعلق بالتدخل الالهي ، فان هذا لا يعنى الحديث عن « شرطية الحدث » المبينة على العلوم الطبيعية ولكن عن « علاقة المغزى » التى تربط بين الحدث وحدث آخر أو بينه وبين تفكير البشر • ان « علاقة المغزى » هذه تنتمى أيضا الى الواقع تماما كما تنتمى الشرطية المبينة على العلوم الطبيعية اليه وانه لسوف يكون تبسيطا فظا اذا أردنا اعتبارها تنتمى فقط الى « الناحية الذاتية » للواقع • ولكننا نستطيع هنا أيضا التعلم من المواقف المشابهة فى العلوم الطبيعية • فمن المعروف مثلا أن هناك علاقات بيولوجية لا نستطيع بناء على جوهرها ووصفها « سببيا » ، ولكننا نستطيع وصفها « غائيا » (finalistisch) أى بالنسبة الى هدفها • ويمكننا بهذا الصدد مثلا التفكير فى عملية الشفاء التى تتم بعد جرح أحد أعضاء الجسم • ان التفسير الغائى

---

(١) أى أن وقوع أحد الموقفين يلغى وقوع الآخر •

يقع فى رابطة تكميلية نموذجية مع الوصف المبني على القوانين الفيزيو - كيميائية أو قوانين الفيزياء الذرية المعروفة ، وهذا يعنى أننا نسأل فى احدى الحالات ما اذا كانت العملية تؤدي الى الهدف المطلوب وهو اعادة تكوين العلاقات العادية فى أعضاء الجسم ، وفى الحالة الأخرى فإننا نسأل عن المعنى السببى للتفاعلات الجزئية . ان كلا من هاتين الطريقتين للوصف تلغى الأخرى ولكنهما لا يتناقضان بالضرورة .

ان لدينا كل الأسباب لافتراض أن اختبار قوانين ميكانيكا الكم فى أعضاء الجسم الحية سيؤيد هذه القوانين تماما كما أيدتها الاختبارات فى المادة الميتة . وبالرغم من ذلك فان الوصف الغائى هنا يعتبر صحيحا . اننى اعتقد أن تطور الفيزياء الذرية قد علمنا أن نفكر بحذر أكثر مما كنا نفعل حتى الآن .

**هيزنبورج :** « اننا نعود ببساطة دائما الى جانب الدين الخاص بنظرية المعرفة . ولكن اتهامات ديراك ضد الدين موجهة فى الواقع ضد الناحية الأخلاقية . لقد أراد ديراك قبل كل شيء نقد الكذب وخداع النفس للذين سرعان ما يلحقان بكل نوع من التفكير الدينى والذين اعتبرهما - بحق - صفات لا تطاق . ولكنه بذلك صار متعصبا للعقلانية ، واننى أحس ان العقلانية ليست كافية هنا » .

**يوهر :** « اننى اعتقد ، أن ديراك كان موفقا جدا حين أشار بقوة الى خطر خداع النفس والتناقضات الداخلية ، ولكن لقد كان أيضا من الضروري أن يثير فولفجانج بملاحظته الأخيرة الساخرة انتباه ديراك الى مدى صعوبة تلافى هذا الخطر كلية » .

بعد ذلك ختم نيلز الحديث بقصة من تلك القصص التى يحب سردها دائما فى مثل هذه المناسبات .

**يوهر :** « بالقرب من بيتنا الريفى فى تيز فيلدى (Tis vilde) وضع رجل فوق باب بيته خف حصان - الذى يجلب الحظ حسب العادات الشعبية القديمة - وعندما سأله صديق له « هل أنت متشائم لهذا الحد ؟ أتعتقد فعلا فى أن الخف يجلب الحظ ؟ » عندئذ نظر الرجل اليه متأملا ثم أجابه قائلا : « بالطبع لا ، ولكن الناس يقولون . أنه يساعد على ذلك حتى اذا لم نعتقد فيه » .

## ٨ - الفيزياء الذرية ومبدأ التفكير النفعى

( ١٩٢٩ )

ظهرت السنوات الخمس التالية لمؤتمر سولفاى فى بروكسيل بالنسبة لنا نحن الشبان الذين ساهموا فى بناء النظرية الذرية بعد ذلك ساطعة مراقبة حتى أننا أطلقنا عليها « العصر الذهبى للفيزياء الذرية » . لقد أمكننا التغلب على كل العقبات التى استنفدت جهودنا فى السنوات السابقة وفتحت الأبواب أمام المجال الجديد لميكانيكا الكم الخاصة « بالأغلفة الذرية » (Atomhülle) كما سنحت الفرصة أمام الذين يعملون ويبحثون فى هذا الميدان وكل الذين يرغبون مشاركتهم فى دراسة القضايا المختلفة التى كانت غير قابلة للحل سابقا وتيسرت معالجتها تماما بالطرق الجديدة . وقد تمكنا فى مواقع كثيرة ، حيث كانت القوانين الوضعية تؤدى الى تصورات غير محددة وتخمينات غير واضحة ، من الوصول الى الفهم الحقيقى لمجريات الأمور - كما حدث ذلك مثلا فى فيزياء الأجسام الصلبة (Feste Körper Physik) والمغناطية الحديدية (Ferromagnetism) والروابط الكيميائية (Chemische Bindung) واستخلاص الوضوح الكامل للرؤية من خلال الطرق الحديثة . وقد نما أثناء ذلك الشعور لدينا بأن الفيزياء المعاصرة تتفوق على الفيزياء الكلاسيكية - حتى فى ميدان القضايا الفلسفية - فى مواقع حاسمة وأنها تعتبر أكثر اتساعا وكفاءة .



عندما عرضت كل من جامعتي ليبزيج Leipzig وزيوريخ Zurich على درجة الأستاذية فى نهاية خريف ١٩٢٧ قررت الذهاب الى ليبزيج تحت اغراء التعاون المشترك مع الفيزيائى التجريبي الممتاز « بيترديبيى » (١) Peter Debye . وبالرغم من أننى لم أحصل فى أول حلقة عامية لى حول الفيزياء الذرية سوى على طالب واحد ، الا أننى كنت مقتنعا أننى سأوفق فى النهاية الى اكتساب شبان كثيرين الى هذا الميدان .

قدمت بموافقتى الى جامعة ليبزيج تحت شرط واحد وهو أن تسمح لى الجامعة قبل تحمل المسئولية الكاملة فيها بالسفر الى الولايات المتحدة الأمريكية لمدة سنة واحدة وذلك لالقاء محاضرات هناك حول ميكانيكا الكم . ومن ثم فقد ذهبت فى فبراير ١٩٢٩ الى « بريمرهافين » Bremer haven - فى البرد اللافح - كى استقل السفينة المتجهة الى نيويورك . استمرت عملية اقلاع السفينة من الميناء يومين كاملين وذلك لأن المجرى المؤدى الى البحر كانت قد سدته الجدران الثلجية السميكة وفى الطريق تعرضت السفينة لأقصى العواصف التى شاهدهتها فى رحلة بحرية فى حياتى . وبعد خمسة عشر يوما من السفر المضنى ظهرت أمامنا شواطئ « لونج أيلاند » (Long Island) ثم تلتها ناطحات السحاب لمدينة نيويورك .

لقد جذبني العالم الجديد اليه منذ اللحظة الأولى لرؤيته وأيقظت حركة الشباب الحرة وطريقة ضيافتهم الغير معقدة ، واستعدادهم المستمر لمساعدة الآخرين والبسمة المتفائلة التى تعلو وجوههم . كل ذلك أيقظ لدى الشعور بأننى قد أقيمت حملا ثقيلًا من فوق ظهري .

كان الاهتمام هناك بالفيزياء الذرية غير محدود وقد مكنتنى ذلك من زيارة جامعات كثيرة لالقاء المحاضرات والتعرف على البلاد القائمة فيها . وأينما نزلت استطعت على الفور اقامة العلاقات الودية سواء من خلال لعب التنس أو التجديف أو السفر بالمراكب الشراعية مما أدى أحيانا الى محاورات حول التطورات الجديدة فى علمنا . وأذكر خصوصا هنا تلك المحاورة مع زميل التنس « بارتون » (Barton) وهو فيزيائى شاب من جامعة شيكاغو دعانى للقيام برحلة للصييد فى منطقة بحرية تقع فى أقصى الشمال .

دار الحديث بيننا حول ملاحظة أثارت إعجابى أثناء القائي المحاضرات المختلفة فى أمريكا تتركز فى أنه بينما أدت فى أوروبا النفثات الغير واضحة للفيزياء الذرية الحديثة - مثل الازدواجية بين التصور الموجى والجسيمى ،

---

(١) فيزيائى هولندى ( ١٨٨٤/٣/٢٤ - ١٩٦٦/١١/٢ ) .

والصفة الاحصائية للقوانين الطبيعية - الى مناقشات حامية وأحيانا الى رفض مريير لكل الأفكار الحديثة ، بدا وكأن معظم الفيزيائيين الأمريكيين قد قبلوا طريقة الوصف الجديدة بدون عقبات أو كأنها لا تحدث صعوبات لديهم بالمرّة . ومن ثم فقد سألت بارتون عن تفسير لهذا الاختلاف وكان رده - تقريبا - كما يلي :

بارتون : « أنتم الأوروبيون ، وخصوصا الألمان ، تميلون الى أخذ هذه المعارف بطريقة مبدئية مخيفة ، بينما ننظر نحن الى الأمر ببساطة أكثر . لقد كانت فيزياء نيوتن قديما وصفا كافيا ودقيقا للحقائق المشاهدة . بعد ذلك عرفنا بوجود « الظواهر الكهرومغناطيسية » . وأثبتنا أن ميكانيكا نيوتن ليست كافية لوصفها ولكن معادلات ماكسويل تستطيع القيام بهذه المهمة ، أخيرا برهنت دراستنا للعمليات الذرية أننا لا نستطيع باستخدام الميكانيكا الكلاسيكية والديناميكا الكهربائية التوصل الى النتائج المشاهدة . واذن فقد اضطررنا الى تصحيح القوانين والمعادلات القديمة وأنشأنا بذلك ميكانيكا الكم . واذن فالفيزيائي النظرى يتصرف هنا - من ناحية المبدأ - بكل بساطة مثل المهندس الذى يريد بناء قنطرة للعبور .

لنفرض أنه لاحظ أن المعادلات الاستاتيكية التى استخدمت حتى الآن لا تكفى لبنائه الجديد وأن عليه اضافة تصحيحات مثلا للضغط الجوى . ولتغير المادة ولتغير درجة الحرارة ، وما شابه ذلك ، الى هذه المعادلات . وعندئذ يكون قد توصل الى معادلات أفضل وقواعد أضمن لبناء القنطرة ، وبالطبع فإننا جميعا سوف نسعد بهذا التقدم الجديد . ولكن ذلك لا يعنى أن شيئا بالمرّة قد تغير من الناحية الأساسية . وهذا ما حدث أيضا فى ميدان الفيزياء .

ان الخطأ الذى تقعون فيه أنتم معشر الأوروبيين يتركز فى أنكم تعتبرون القوانين الطبيعية شيئا مطلقا ، ثم بعد ذلك تتعجبون جدا عند تغييرها . حتى العبارة « قانون طبيعى (Naturgesetz) » تبدو لى وكأنها تمثل تمجيذا أو تقديميا لمعادلة معينة لا تمثل فى الواقع سوى قاعدة للتعرف على الطبيعة فى هذا المجال المعين . واذن فأننى أقترح أن تكفوا تماما عن هذا الادعاء المطلق ، وعندئذ سوف تحل كل الصعوبات .

هيزنبرج : « واذن فانك لا ترى أن هناك مدعاة للتعجب فى أن الاليكترون يظهر مرة كجسيم ومرة أخرى كموجة . انك تشعر أن هذا لا يزيد عن كونه امتدادا - ربما غير متوقع فى هذا الشكل - للفيزياء الكلاسيكية » .

**بارتون :** « بلى ، اننى أتعجب لذلك أيضا ، ولكننى أرى ما الذى يحدث فى الطبيعة ويتحتم على التوافق معه . اذا كان هناك تكوين يظهر مرة كموجة ومرة أخرى كجسيم ، فلا بد علينا وأن نبنى مصطلحات جديدة . ربما يجب علينا مثلا تسمية هذا التكوين « جسموجة » ، وبذلك تصبح ميكانيكا الكم عبارة عن الوصف الرياضى لتصرفات هذا « الجسموجة » .

**هيزنبرج :** « لا ، ان هذه الاجابة تبدو لى مبالغه فى بساطتها . ان الموضوع ليس موضوع خصائص مميزة للليكترون ولكن خاصية لكل المواد والأشعة فى هذا الكون . فسواء اعتبرت اليكترونا أم مصدرا ضوئيا أم جزيء بنزين أم حتى حجرا ، فانك تجد دائما الخاصيتين الجسيمية والموجية ، ومن هنا أيضا فاننا لا نستطيع أن ندرك أساسا الصفة الاحصائية للقانون الطبيعى فى كل مكان . بيد أن خصائص ميكانيكا الكم تظهر لنا بوضوح فى التكوينات الذرية أكثر منه فى موضوعات التجارب اليومية » .

**بارتون :** « حسن ، انكم اذن قد عدلتم بعض الشئ فى « قوانين نيوتن » وقوانين ماكسويل ، ويظهر أثر هذه التعديلات - بالنسبة للمشاهد - فى الظواهر الذرية بوضوح قاطع بينما لا يسهل ملاحظتها فى مجال التجارب اليومية . على أى حال فان الموضوع يتعلق - لا أكثر ولا أقل بتعميمات مؤثرة للغاية ، ومع ذلك فانه سيتحتم علينا فى المستقبل تصحيح ميكانيكا الكم هذه وذلك كى يتسنى لنا وصف الظواهر التى لا نعرفها الآن بطريقة أفضل . ولكن يبدو فى الوقت الحاضر أن ميكانيكا الكم هى القاعدة التى يمكن استعمالها فى كل التجارب الذرية بنجاح ممتاز » .

لم تعجبنى طريقة بارتون للوصف هذه ولاحظت أنه يجب على أن أعبر عما أريده بطريقة أدق وذلك لتيسير فهمه . ومن ثم فقد أجبت به مركزا على مخارج كلماتى .

**هيزنبرج :** « اننى لا أعتقد أننا نستطيع بأى حال تحسين ميكانيكا نيوتن ، واننى أعنى بذلك ما يلى : ما دما نستطيع وصف ظاهرة طبيعية ما باستخدام مصطلحات الفيزياء النيوتينية ، أى «الموضع» و « السرعة » و « العجلة » و « الكتلة » و « القوة » ... الخ فان « قوانين نيوتن » تصبح سارية المفعول بكل أبعادها . ولن يتطرق أى تغيير على هذا الموقف فى مئات الألوف من السنين القادمة . وبمعنى آخر ، فربما يجب على أن أقول : أنه « بدرجة



الدقة «، التى يمكننا بها وصف الظواهر الطبيعية باستخدام « قوانين نيوتن » تصبح هذه « القوانين » سارية المفعول . أو حقيقة أن هذه الدرجة من الدقة محدودة كانت معروفة أيضا فى الفيزياء الكلاسيكية ، وذلك يرجع ببساطة الى أن أحدا لا يستطيع قياس ظاهرة ما بدرجة غير محدودة من الدقة . بيد أن حقيقة أن « دقة القياس » لها حدود مبدئية مقننة يمكن التعبير عنها « بعلاقة اللاتحديدية » تعتبر معلومة جديدة عرفناها فقط عن طريق ميدان التجارب الذرية . ولكن دعنا الآن من الاستمرار فى الحديث عن ذلك والاكتفاء باستنتاج أنه فى حدود « دقة القياس » فإن ميكانيكا نيوتن تصبح سارية المفعول الآن وفى كل زمان .

**بارتون :** « اننى لا افهم هذا . الا تعد ميكانيكا النظرية النسبية تحسينا لميكانيكا نيوتن ؟ وهناك لا يوجد أثر على الاطلاق لعلاقة اللاتحديدية هذه » .

**هيزنبرج :** « نعم لا يوجد أثر « لعلاقة اللاتحديدية » هذه ، ولكن هناك أثر لتركيب آخر من « الحيز » و « الزمان » ، وخصوصا « لعلاقة بين الحيز والزمان » . ولكن مادما نتحدث عن زمان ظاهرى مطلق لا يعتمد على موضع وحركة المشاهد ، وما دما نتعامل مع تمدد « الأجسام الجاسئة » (Starren Korpern) أو التى هى جاسئة عمليا (Proktisch Starren) ، فإن قوانين نيوتن تكون سارية المفعول . ولكن اذا تطرقنا الى عمليات ذات سرعات عالية للغاية ، واعتبرنا أننا نقيس بدقة تامة فاننا نلاحظ أن مصطلحات ميكانيكا نيوتن لا تتلاءم مع تجاربنا ، ومثال لذلك أن ساعة المشاهد المتحرك تظهر وكأنها تدور أبطأ من ساعة المشاهد الثابت ، وعندئذ يتحتم علينا الانتقال الى الميكانيكا النسبية » .

**بارتون :** « لماذا لا تريد اعتبار الميكانيكا النسبية تحسينا لميكانيكا نيوتن؟ »

**هيزنبرج :** « ان سبب معارضة لاستخدام كلمة « تحسين » فى هذا الشأن يعود الى رغبتى فى منع وقوع أى سوء فهم ، وعندما نتغلب على هذا الخطر يمكننا الحديث عن التحسين . ان سوء الفهم الذى أعنيه هنا يرجع الى مقارنتك بالتحسينات التى يتحتم على المهندس ادخالها أثناء تطبيقاته العملية للفيزياء . وانه لمن الخطأ الفادح وضع التغييرات الأساسية التى تظهر أثناء الانتقال من ميكانيكا نيوتن الى الميكانيكا النسبية أو الميكانيكا الكمية على نفس درجة التحسينات التى يقوم بها المهندس ، وذلك ببساطة لأن المهندس عندما يحسن

لا يحتاج الى تغيير المصطلحات التي بين يديه ، بل انه يحتفظ بمعاني كل الكلمات التي أخذتها قبل ذلك فقط يقوم بادخال التغييرات التي أهملت فيما سبق . مثل هذا النوع من التغيير ليس له أى معنى فى ميكانيكا نيوتن ، كما انه لا توجد تجربة عملية واحدة تعضده أهميته . وفى هذه الحقيقة يكمن سرعان مفعول الادعاء المطلق لفيزياء نيوتن الخاص بانها لايمكن تحسينها فى ميدان تطبيقاتها عن طريق تعديل طفيف وانها قد أخذت هناك شكلها النهائى منذ زمن بعيد . ولكن ثمة مجالات تجريبية لا نستطيع فيها استعمال نظام المصطلحات الخاص بميكانيكا نيوتن ، وعليه فاننا نحتاج فى مثل هذه المجالات التجريبية الى تركيبات اصطلاحية جديدة . وهى تصبح فى متناول أيدينا مثلاً من خلال النظرية النسبية وميكانيكا الكم . لقد وصلت فيزياء نيوتن - وهذا هو ما يهمنى للغاية - الى درجة من الكمال لن تحصل عليها معدات المهندس وتكمن علة هذا الكمال فى أنه من غير الممكن ادخال تحسينات طفيفة عليها ، ولكن الانتقال الى نظام جديد من المصطلحات يعتبر فيه النظام القديم حالة خاصة .

**باوتون :** « من أين لنا أن نعرف أن فرعاً فى الفيزياء قد اكتمل بهذا المعنى الذى زعمته سابقاً عن ميكانيكا نيوتن ؟ وما هى المقاييس التى تميز الفروع المكتملة من تلك الغير مكتملة وما هى الفروع المكتملة الأخرى - فى رأيك - فى الفيزياء ؟ »

**هيزنبرج :** « ان المقياس الأهم لأى فرع مكتمل هو وجود نظام من البديهيات كل واحدة منها تعتبر محددة المعنى غير متناقضة بذاتها وتتحد فى نفس الوقت مع المصطلحات والعلاقات القانونية فى النظام . أما عن مدى تلاؤم هذا النظام من البديهيات مع الواقع فاننا بالطبع لا يمكن أن نحكم عليه سوى تجريبياً كما أننا سنستطيع الاشارة الى وجود نظرية ما عندما تكون هناك دائرة كبرى من التجارب يمكن تمثيلها من خلالها . واذا سلمنا الآن بهذه المقاييس فاننى أستطيع التفرقة بين أربعة فروع مكتملة فى الفيزياء الحالية وهى « ميكانيكا نيوتن » ، « النظرية الاحصائية للحرارة » ، « النظرية النسبية الخاصة مع الديناميكا الكهربائية لماكسويل » وأخيراً « ميكانيكا الكم الحديثة » .

كل من هذه الفروع يملك نظاماً دقيق التعبير من المصطلحات والبديهيات التى تبدو مقولاتها سارية المفعول للغاية ، ما دمنا نوجد فى دائرة التجارب الخاصة بهذا الفرع . ان النظرية النسبية العامة لا يمكن

اعتبارها الآن ضمن الفروع المكتملة ، وذلك لأن نظام البديهيات بها لم يكتمل وضوحه بعد كما أن تطبيقاتها على المشكلات الكونية ما زالت تسمح بوجود حلول كثيرة . واذن فانه يتحتم علينا اعتبارها ضمن النظريات الغير مكتملة التى تحتوى على بعض القضايا المفتوحة » .

**بارتون :** « لماذا تضع قيمة لاعتبار أن الانتقال من فرع الى فرع آخر ، مثلا من ميكانيكا نيوتن الى نظرية الكم ، ليس مستمرا ولكنه يتم بطريقة غير مستمرة ؟ بالطبع انك محق فى أنه يتحتم ادخال مصطلحات جديدة وأن التغييرات فى المجال الجديد لها أشكال أخرى ، ولكن ما أهمية هذا كله ؟ ان المهم فى النهاية هو تقدم العلم وأن نكون قادرين باستمرار على فهم جوانب أخرى للطبيعة . أما قضية ما اذا كان التقدم يحدث باستمرارية أو بقفزات فردية فهي تبدو لي غير مهمة بالمرّة » .

**هيزنبرج :** « بلى ، انها قضية مهمة . ان تصورك لوجود تقدم مستمر كالذى يعتبره المهندس سوف يسلب علمنا كل قوته ، واننى لا أعرف عندئذ ما اذا كان من الممكن اطلاق الحديث عن « علم مضبوط » (Exakt Wissenschaft) . اذا أراد أحدنا « العمل فى الفيزياء بهذه الطريقة النفعية البحتة فانه سيدخل الى ميدان جزئى - يعتبر حظيا حسنا من الناحية التجريبية - ويحاول تمثيل الظواهر هناك عن طريق معادلات تقريبية . واذا كان التمثيل غير دقيق فانه سيضيف حدود تصحيح له لجعله أكثر دقة . ولكن عندئذ لن يوجد أى سبب للبحث عن العلاقات فى مضمونها الشامل ولن تكون لديه القدرة على الوصول الى العلاقات السهلة جدا مثل تلك التى تميز ميكانيكا نيوتن عن فلك بطليموس . ومن ثم فان أهم مقياس للحقيقة فى علمنا الذى هو فى النهاية يعتبر البساطة الواضحة ، سوف يذهب هباء . بالطبع فانك تستطيع مرة أخرى القول بأن مطالب بساطة العلاقات هذا يتضمن ادعاء مطلقا لا يمكن تبريره منطقيا . فلماذا ينبغي أن تكون القوانين الطبيعية بسيطة ؟ ولماذا يتحتم تمثيل مجالات تجريبية كبيرة بطريقة بسيطة ؟ . ولكننى هنا لابد وأن أعود الى التاريخ الحالى للفيزياء . لعلك تعترف أن كلا من الفروع الأربعة المكتملة التى ذكرتها يملك نظاما من البديهيات البسيطة وأن ثمة كثيرا من العلاقات يمكن تمثيلها به . وأنه فقط من خلال مثل هذا النظام من البديهيات يصبح وصف أى من هذه العلاقات بأنها « قانون طبيعى » محقا فعلا ، واذا لم يتواجد هذا



النظام لما تسنى للفيزياء أن تحصل على شهرتها بأنها علم مضبوط  
تماما .

هذه البساطة لها أيضا وجهة أخرى ترتبط بعلاقتنا بالقوانين  
الطبيعية . بيد أنني لا أعرف هنا ما إذا كنت أستطيع التعبير عما أريده  
بطريقة واضحة ومفهومة أم لا . إذا استطعنا صياغة النتائج التجريبية  
في معادلات - وهو ما نفعله دائما في الفيزياء النظرية - ومن ثم  
التوصل الى وصف ظاهري للأحداث فانه يتولد لدينا الشعور بأننا قد  
اخترعنا هذه المعادلات بأنفسنا بنجاح مرض على أى حال . ولكن إذا  
اصطدمنا بهذه العلاقات الكبرى البسيطة للغاية التي توطد في النهاية  
من مبدأ البديهيات فان الوضع يصبح مختلفا تماما . عندئذ تظهر أمام  
أعيننا فجأة علاقة رياضية كانت موجودة دائما قبل أن نعرفها والتي  
كما هو واضح تماما لم تقم بفعل الانسان . ان مثل هذه العلاقات هي  
في الواقع المضمون الحقيقي لعلمنا . وفقط عندما نستوعب تماما بذواتنا  
وجود هذه العلاقات ، نكون قد فهمنا علمنا بالفعل .

نظر الى بارتون في صمت وتدبر ولم يحاول نقضى ولكنني أحسست  
ان طريقي في التفكير ظلت غريبة عليه بعض الشيء .

لحسن الحظ لم تكن عطلة نهاية الأسبوع مليئة فقط بمثل هذه  
المحاورات المعقدة فقد قضينا الليلة الأولى في عشة صغيرة تقع على حافة  
أحدى البحيرات في وسط منطقة شاسعة مزدحمة بالبحيرات والغابات  
الكثيفة . وفي الصباح خرجنا مع أحد الهنود الحمر في رحلة للصيد  
عرض البحر مستخدمين قارباً شراعياً يغمرنا الأمل في العودة بصيد  
ثمين تزداد به ذخيرتنا من المواد الغذائية . بعد فترة من إبحارنا استوقفنا  
قائد المركب في مكان ما وانطلقنا في محاولتنا الموفقة للصيد واستطعنا  
في نهايتها اقتناص ثمانى سمكات من نوع « الهيشتى » (Hechte)  
اللاتى كن عشاء وفرا لنا ولصاحبنا الهندي الأحمر . في صباح اليوم  
التالى عزمنا على تكرير هذا النجاح الباهر ومن ثم فقد قررنا الخروج  
دون قيادة صاحب المركب . كان الجو شبيهاً به في اليوم السابق وبالمثل  
كانت حالة الرياح أيضا مما حفزنا على الذهاب الى نفس المكان . غير  
أن كل محاولتنا هذه المرة قد باءت بالفشل وعدنا في آخر اليوم دون  
اصطياد سمكة واحدة ، مما أدى ببارتون الى الرجوع الى حديث الأمس .

بارتون : « ربما يكون الحال في عالم الذرات شبيهاً به في عالم الأسماك  
والبحر هنا في هذه المنطقة الموحشة . اذا لم يتألف الانسان مع  
الذرات شعورياً أو لا شعوريا ، تماما كما فعل الهندي الأحمر مع

الرياح والجو وعادات الأسماك ، فسوف يكون الأمل قليلا في أن يفهم الانسان شيئا عن هذا العالم » .

عند نهاية اقامتى في أمريكا تواعدت مع بول ديراك على قطع رحلة العودة سويا الى أوروبا . وقد كانت خططنا هي الالتقاء في « حدائق بلوستانون » (Yellowstone Park) ثم القيام بجولة هناك نستقل بعدها السفينة المبحرة فوق المحيط الهادى الى اليابان ومنها نعبّر آسيا الى أوروبا . وصلت الى فندق « أولد فايفول » (Old Faithful) ، الواقع أمام ينابيع المياه الطبيعية الساخنة ، قبل ميعادنا بيوم كامل ، ومن ثم فقد قررت القيام برحلة قصيرة لتسلك الجبال فى المنطقة المجاورة . أثناء الطريق عرفت أن الجبال هناك بخلاف الحال فى جبال الألب لم يكتشفها انسان بعد وأن الطرق ليست ممهدة أو معنونة كما أن وسائل الاغاثاة والاسعاف معدومة تماما . عند الصعود الى أعلى فقدت أهدافا كثيرة خلال التعرجات الجبلية مما جعل رحلة العودة شاقة للغاية ومن ثم فقد توقفت لدى منطقة مليئة بالحشائش وذهبت فى سبات عميق ، أيقظنى منه دب يلحق فى وجهى . طفقت من فرط الفزع بعد ذلك بحثا عن الفندق الذى لم أصل اليه الا بعد أن نشر الظلام سلوكه على المنطقة كلها .

لقد ذكرت فى خطابى الى بول ديراك احتمالية الذهاب لزيارة المنابع الساخنة المنتشرة بالقرب من الفندق . وبالطبع فقد وصل بول ومعه خطة محكمة لمواقع المنابع وكيفية الوصول اليها ومواعيد زيارتها والزمن الذى يجب أن يستغرقه سفرنا من منبع لآخر حتى نتمكن مع غروب الشمس من رؤية أكبر عدد منها ولم يكن علينا الا تنفيذ هذه الخطة بكل دقة .

أتاحت رحلتنا البحرية الطويلة من « سان فرانسيسكو » - عز طريق هاواى - الى يوكوهاما الفرصة لتبادل الآراء العلمية بيننا والحديث عن تجاربنا فى أمريكا وخططنا المستقبلية فى الفيزياء الذرية بالإضافة الى اشتراكنا فى الألعاب المختلفة فوق السفينة البخارية الكبيرة .

لم يكن لاستعداد الأمريكيين الفيزيائي بصدد الموافقة على النفثات الغامضة للفيزياء الذرية الحديثة أى وقع على بول ديراك الذى رأى أن تطور العلوم الطبيعية يعتبر عملية مستمرة لا أكثر ولا أقل وأنه ليس من المهم هناك السؤال عن التركيب الاصطلاحي الذى يبرز خلال المراحل المختلفة ولكن البحث عن الطريق الذى يؤدى الى التقدم السريع الأمين لهذه العلوم . وقد أشار بول هنا الى أن الانطلاق من مبدأ التفكير النفعي

يظهر أن تقدم العلوم الطبيعية لا يزيد عن عملية تلاؤم مستمرة ودائمة لتفكيرنا مع تجاربنا المستمرة الاتساع والتي ليس لها نهاية محددة . ومن ثم لا يجب أخذ النهاية المؤقتة مأخذاً مبدئياً ولكن طريقة التلاؤم نفسها .

غير أن بول كان متفقاً معي على أن عملية التلاؤم هذه تؤدي في النهاية إلى قيام قوانين طبيعية بسيطة - أو كما أحب أن أقول - إلى اخراج هذه القوانين إلى النور . ولكن من الناحية المنهجية كانت الصعوبة الوحيدة تكمن بالنسبة له في نقطة الانطلاق وليس في « العلاقة الكبرى » . وكلمياً شرح بول طريقته لي انتابني الشعور بأن البحث الفيزيائي يشبه في رأيه عمليات التسلق الصعبة للجبال الصخرية كتلك التي يقوم بها الشغوفون بجبال الألب ، حيث يصبح من المهم فقط التغلب باستمرار على الأمطار الثلاثة القادمة مما يؤدي في النهاية للوصول إلى القمة ، بينما يؤدي التصور الكلي لخط السير بكل صعوباته إلى اليأس . ومعنى ذلك أننا ندرك المشاكل الفعلية فقط عندما نأتي إلى المواقف الصعبة . مثل هذه المقارنة بدت لي متناقضة تماماً ، وذلك لأنني لا أستطيع البدء في عملية التسلق قبل أخذ القرار حول خط سير العملية كلها ، أضف إلى ذلك أنني كنت مقتنعا بأن التغلب على الصعوبات الفردية لا يتأتى إلا عن طريق التعرف على خط السير الصحيح . وقد تركزت نقطة الخطأ في المقارنة بالنسبة لي في أنه لا يمكننا من ناحية المبدأ فرض أن المرتفع الصخري قد تكون بحيث يمكن تسلقه قطعياً . أما بالنسبة للطبيعة فأنني أعتقد في النهاية أن علاقاتها ينبغي أن تكون بسيطة وذلك لاقتناعي بأنها قد خلقت بحيث نستطيع فهمها ، أو لعل أقول بطريقة عكسية ، أن ملكاتنا العقلية قد خلقت بحيث تستطيع فهم الطبيعة . إن أسباب هذا الاقتناع ترتكز على ما قاله روبرت في محاورتنا بجوار بحيرة شتارنبرج . إنها تكمن في نفس القوى المنظمة التي خلقت الطبيعة في كل أشكالها والتي تعتبر مسئولة عن تركيب عقولنا ومن ثم عن ملكاتنا الفكرية .

لقد تحدثنا ، بول وأنا ، مرات عديدة حول هذه القضية المنهجية وحول آمالنا بالنسبة للتطور المستقبلي ولو أردت التعبير هنا عن آرائنا المختلفة بشيء من الحذر ، فقد قال بول : « إن الإنسان لا يستطيع أن يحل أكثر من قضية واحدة في المرة الواحدة » . بينما تبينت أنا الضد تماماً : « إن الإنسان لا يستطيع أبداً أن يحل قضية واحدة فقط بل سوف يجبر دائماً على حل قضايا كثيرة مرة واحدة » .

لقد أراد بول برأيه السابق القول : بأنه من الغطرسة محاولة القيام



يحل أكثر من قضية فى لحظة واحدة ، وذلك لأنه كان يعرف تماما مدى صعوبة الكفاح فى ميدان بعيد عن تجاربنا اليومية ، مثل الفيزياء الذرية ، من أجل كل خطوة تقدمية جديدة . بينما كنت أريد فقط الإشارة الى أن الحل الحقيقى لقضية معينة يكمن دائما فى اصطدامنا عند هذا الموضع « بالعلاقات الكبرى البسيطة » . وأنا عندئذ سوف نرى أن قضايا كثيرة أخرى - لم تكن نفكر فيها من قبل - تحل بنفسها . ومن هنا فان كلا التعبيرين يتضمنان جزءا كبيرا من الحقيقة وقد أمكننا أن نعزى أنفسنا على التناقض الظاهرى بينهما بأن تذكرنا مقولة لنيلز بوهر ، كنا قد سمعناه يرددنا مرات عديدة وهى : « ان عكس أى زعم صحيح هو زعم خطأ . ولكن عكس أى حقيقة عميقة لا يمكن أن يكون سوى حقيقة عميقة أخرى . »

## ٩ - محاوره حول العلاقة بين

### البيولوجيا والفيزياء والكيمياء

( ١٩٣٠ - ١٩٣٢ )

بعد عودتي من أمريكا واليابان أخذتني في ليبزيغ دوامة من المسئوليات . لقد كان محتما على القاء المحاضرات وتحضير الواجبات والاشتراك في الاجتماعات المختلفة بالكلية والاعداد للامتحانات وكذلك تجديد معهد الفيزياء النظرية الصغير بالاضافة الى ادارة حلقة علمية حول الفيزياء الذرية لتعريف الفيزيائيين الشبان بميكانيكا الكم . لقد كانت هذه الأعمال المتعددة الاتجاهات شيئا جديدا بالنسبة لي ومبعثا للشعور بالسعادة الحقة . غير أن الصلة مع الدائرة المحيطة بنيلز بوهر في كوبنهاجن قد صارت ضرورية بمرور الزمن بحيث انى كنت أستغل كل وقت فراغى للذهاب الى كوبنهاجن من أجل التباحث مع نيلز بوهر ومع الأصدقاء الآخرين هناك حول التطورات الجديدة في علمنا . لم تعد المحاورات الهامة تجرى في معهد بوهر ولكن في بيته في تيزفيلدى أو في المركب الشراعى الذى اشتراه نيلز مع حفنة من الأصدقاء وذلك كي يتيسر لهم السفر لمسافات بعيدة من ميناء كوبنهاجن فوق بحر الشرق .

كان البيت الريفى لبوهر يقع في شمال جزيرة زيالاند (Sjælland) على بعد بضعة كيلو مترات من الشاطئ وعلى حافة منطقة شاسعة من الغابات وقد عرفته منذ جولتنا الأولى فوق هذه الجزيرة . وقد كنا نمر

أثناء زيارتنا المتكررة لمنطقة الاستحمام فوق الشوارع الرملية الواسعة التي تقطع الغابات في خطوط مستقيمة حتى أننا قد خمننا أن الأشجار هناك قد زرعت صناعيا لحماية الجزيرة من العواصف والكثبان الرملية . وكان نيلز يملك عربة ريفية كنت أغتبط دائما عندما يسمح لي بالتجول بها مع أطفاله خلال الغابات .

في المساء كنا نجلس غالبا بجوار المدفأة نضحك من فرط الصعوبات المصاحبة لتشغيلها ، فقد كانت تدخن بشدة أثناء غلق أبواب الحجر مما يحتم علينا ترك أحدها مفتوحا دائما . لكن ذلك كان يؤدي الى تآجج نيرانها وارتفاع درجة حرارة الحجر التي تصبح معتدلة بفعل الهواء البارد الآتي من الخارج . وكان نيلز - الذي يحب التعبيرات المتناقضة - يقول دائما : « ان المدفأة قد بنيت لتبريد الحجر » ، وبالرغم من ذلك فقد كان المكان حولها محببا الينا جميعا ومريحا للغاية . خصوصا عندما يأتي عدد من الفيزيائيين لزيارة نيلز حيث تدور سريعا المحاورات حول المشكلات التي نهمنا جميعا . ما زالت احدي هذه الأمسيات عالقة بذاكرتي اشترك فيها كرامرز و « أوسكار كلاين » . وقد بدأت - كمعظم محاوراتنا آنذاك - حول المناقشة القديمة مع أينشتين وحول حقيقة أننا لم ننجح في اقناعه بالصفة الاحصائية لميكانيكا الكم الجديدة .

**أوسكار كلاين :** « أليس من الغريب حقا أن أينشتين قد وجد صعوبات كثيرة في تقبل دور « المصادف » Zufalligen في الفيزياء الذرية ؟ انه يعرف « علم الحرارة الاحصائية » أكثر من أي فيزيائي آخر ، وقد أعطى بنفسه اشتقاقا احصائيا مقنعا لقانون بلانك للاشعاع الحراري ، مما يعني أن هذه الأفكار ليست غريبة عنه بالمرّة . لماذا يشعر اذن بحتمية رفض ميكانيكا الكم ، فقط لأن المصادف يتخذ فيها دورا أساسيا ؟ » .

**هيزنبرج :** « بالطبع فان هذا الدور الأساسي هو الذي يزعجه . انه يبدو منطقيّا أننا لا نعرف مثلا كيف تتحرك الجزيئات المختلفة في اناء مليء بالماء . كما أننا لا نتعجب هنا عندما يتحتم علينا استخدام الاحصاء ، تماما كما يجب على أي شركة للتأمين على الحياة أن تجري احصاء حول متوسط أعمار عملائها . بيد أننا من الناحية الأساسية قد افترضنا في الفيزياء الكلاسيكية اننا نستطيع مبدئيا متابعة حركة كل جزء مستقل وتحديداتها تماما وفقا لقوانين ميكانيكا نيوتن . لقد كان هناك اذن في كل لحظة موقف موضوعي للطبيعة كنا نستطيع منه التنبؤ بالموقف التالي للطبيعة . لكن هذا الوضع قد اختلف كلية في ميكانيكا الكم . هنا نعرف أننا لا نستطيع أن



نشاهد دون اضطراب الظاهرة المشاهدة وأن التأثيرات الكمية التي تؤثر في العامل المشاهدة تؤدي بذاتها الى « لا تحديدية » في الظاهرة تحت المشاهدة . وهذا ما لا يتفق أينشتاين معه بالرغم من معرفته الجيدة بالوقائع . انه يعلن أن تفسيرنا هذا لا يمكن أن يكون تحليليا كاملا للظاهرة وأنه لا بد في المستقبل أن يجد آخرون أجزاء تحديدية جديدة للحدث يصبح بمساعدتها ، الإدراك الموضوعي للظاهرة ممكنا . ولكن هذا خطأ بالتأكيد .

بوهر : « اننى لا أتفق تماما مع هذا الذى تقوله . فبالرغم من وجود اختلاف أساسى بين العلاقات فى « علم الحرارة الاحصائية » وبين العلاقات فى ميكانيكا الكم ، فانك قد بالغت كثيرا فى معنى هذا الاختلاف . بالاضافة الى ذلك فاننى أجده تعبيراً مثل « الظاهرة تضطرب بعملية المشاهدة » غير دقيق ، بل ومضللاً أيضاً . وفى الواقع فاننا قد تعلمنا من الظواهر الذرية فى الطبيعة أنه لا يجب استخدام تعبير « ظاهرة تكرارية » Phenomen دون الحديث عن « مشروع البحث » أو « وسيلة المشاهدة » المرتبطة بهذه الظاهرة . فاذا وصفنا « مشروع البحث » وتوفرت لدينا « نتائج المشاهدة » فاننا نستطيع عندئذ الحديث عن الظاهرة التكرارية وليس عن اضطراب الظاهرة من خلال عملية المشاهدة . وبالرغم من أننا لا نستطيع بعد ذلك الربط ببساطة بين نتائج المشاهدات المختلفة ، كما هو الحال فى الفيزياء الكلاسيكية ، الا أنه يجب علينا عدم اعتبار هذا اضطراباً للظاهرة من خلال المشاهدة ، بل يجب علينا الحديث عن احتمالية « الرؤية الموضوعية » لنتائج المشاهدة كما كان الحال فى الفيزياء الكلاسيكية أو كما هو الحال فى تجاربنا اليومية .

ان « مواقف المشاهدة » (Beobachtungs situatinen) المختلفة ، وأعنى بهذا كلية مشروع البحث ، مثل قراءة الجهاز . . . الخ ، تعتبر مواقف تكميلية بالنسبة لبعضها ، بمعنى أن كلا منها يلغى الآخر ، ولا يمكن اجراؤها جميعاً فى نفس الوقت كما أن نتائج أى من هذه المواقف لا يمكن مقارنتها بنتائج الموقف الآخر . ومن ثم فاننى لا أستطيع رؤية أى اختلاف جوهري بين العلاقات فى ميكانيكا الكم وبينها فى علم الحرارة الاحصائية . ان « الموقف المشاهد » الذى تتم فيه عملية قياس درجة الحرارة أو تقدير درجة الحرارة يلغى « الموقف » الذى تتحدد فيه أبعاد وسرعات الجسيمات المشتركة . وذلك لأن مصطلح « درجة الحرارة » معرف من خلال كل درجة من « اللا معرفة » عن « القطع التحديدية الميكروسكوبية للنظام » الذى يصف ما يسمى « بالتوزيع القانونى »

(Kanonische Verteilung) (١) . أو لتبسيط الموضوع أكثر : إذا وجد « نظام » يتكون من جسيمات كثيرة للغاية فى حالة « تبادل طاقي » مستمر مع المنطقة المحيطة به أو مع « نظام » آخر أكبر فان « طاقة » كل جسيم تتأرجح باستمرار وبالمثل « طاقة » النظام كله . ولكن « القيمة المتوسطة للطاقة » لجسيمات كثيرة ولأزمنة كثيرة تناظر تماماً القيمة المتوسطة لهذا « التوزيع القياسى » أو « التوزيع القانونى » . ان هذا كله يوجد بالتفصيل فى « كتاب جيبس » (٢) (Gibbs) وبالتالى فان « درجة الحرارة » يمكن تعريفها على أنها « تبادل طاقي » . واذن فان المعرفة الدقيقة لدرجة الحرارة لا تتفق مع المعرفة الدقيقة لمواضع وسرعات الجزيئات .

هيزنبرج : « ولكن ألا يعنى ذلك أن « درجة الحرارة خاصية غير موضوعية » ؟ لقد تعودنا حتى الآن على التفكير بأن الزعم « درجة حرارة الشاي فى هذا الوعاء تساوى ٧٠° » يعتبر « مقولة موضوعية » أى أن كل من يقيس درجة حرارة الشاي فى الوعاء فانه سيقس ٧٠° بغض النظر عن الطريقة التى يقيس بها . بيد أنه اذا كان مصطلح « درجة الحرارة » هو فعلاً « مقولة » حول « درجة معرفتنا » أو « لا معرفتنا » لحركة الجزيئات فى وعاء الشاي ، فان درجات الحرارة المقاسة بواسطة مشاهدين مختلفين قد تكون مختلفة حتى بالرغم من أن الموقف الحقيقى « للنظام » هو نفسه فى الحالتين وذلك لأنه من الممكن أن يكون المشاهدان المختلفان يملكان قدرين مختلفين من المعرفة » .

بوهو : « لا ، هذا ليس صحيحاً . ان مصطلح « درجة الحرارة » (Temperatur) يعبر عن « موقف مشاهد » تتم فيه عملية « التبادل الطاقى » فعلاً بين الشاي وجهاز قياس درجة الحرارة ، بغض النظر عن صفات الترمومتر . ان الترمومتر يعتبر فعلاً ترمومتراً عندما تناظر حركة الجزيئات فى « النظام المقيس » ، الذى هو الشاي فى هذه الحالة ، وفى الترمومتر « التوزيع القانونى » بنفس درجة الدقة اللازمة . وتحت هذا الفرض فان كل الترمومترات تعطى نفس النتائج ، وعليه فان درجة الحرارة تعتبر « صفة موضوعية » .

(١) لقد أُرجمت هنا كلمة «Kanon» الى مصدرها الأصيل فى لغتنا وهو كلمة « قانون » غير أنه يجب علينا أخذ المضامين التى أضيفت الى هذه الكلمة فى اللغات اللاتينية فى الاعتبار فهناك يعتبر متغير ما Kanonisch لمتغير آخر اذا تغير وفقاً لقانون معين فى نفس اللحظة مع تغيره .

(٢) Josiah Willard Gibbs فيزيائى أمريكى ( ١٨٣٩/٢/١٦ - ١٩٠٢/٤/٢٨ )

ومن هنا يتضح لنا درجة تعقيد المصطلحين « موضوعي » (Objectiv) و « ذاتي » (Subjectiv) اللذين استخدمناهما بدون دقة كافية حتى الآن » .

**كراهرز :** « انك تصنف العلاقات في وعاء الشاي كما لو كنت تريد الزعم بوجود نوع من علاقة اللا تحديدية بين « درجة الحرارة » و « طاقة » وعاء الشاي . ولكنك بالتاكيد لا تعنى ذلك على الأقل بالنسبة للفيزياء الكلاسيكية ؟ » .

**بوهر :** « بلى ، اننى أعنى ذلك الى حد معين . انك ترى ذلك بطريقة أحسن اذا تساءلت مثلاً عن صفات « ذرة هيدروجين » واحدة . ان درجة حرارة ذرة الهيدروجين - اذا كان لنا أن نتحدث عن ذلك قطعياً - تكون بالتاكيد مساوية لدرجة حرارة الشاي أى ٥٧° مثلاً وذلك لأنها تكون فى حالة « تبادل حرارى » تام مع الجزيئات الأخرى للشاي . ولكن « درجة حرارة الذرة » تتأرجح بسبب هذا « التبادل الطاقى » . واذن فأننا نستطيع فقط اعطاء احتمالية توزيع للطاقة فقط . أما اذا قسنا بالعكس طاقة ذرة الهيدروجين وليس درجة حرارة الشاي فأننا سوف لا نستطيع التوصل الى استنتاج محدد حول درجة حرارة الشاي ، بل فقط اعطاء « احتمالية توزيع » لدرجات الحرارة . ان « السعة النسبية » (die relative Breite) « للاحتمالية التوزيع » هذه ، أى « اللا دقة » فى قيمة درجة الحرارة أو الطاقة ، تكون فى حالة شيء صغير مثل ذرة الهيدروجين كبيرة نسبياً ، ومن هنا يمكن ادراكها . غير أن هذه « اللا دقة » تكون فى حالة شيء كبير ، مثل كمية صغيرة من الشاي ، فى كل الشاي أقل كثيراً وبالتالي يمكن اهمالها » .

**كراهرز :** « فى علم الحرارة القديم ، كما نعلمه فى محاضراتنا ، نعتبر أن كل شيء له طاقة ودرجة حرارة فى نفس الوقت . ولكننا لا نتحدث هناك عن اللا تحديدية بين درجة الحرارة والطاقة . كيف يمكن أن يتفق هذا مع رأيك ؟ » .

**بوهر :** « ان ارتباط علم الحرارة القديم بنظرية الحرارة الاحصائية يشبه ارتباط الميكانيكا الكلاسيكية بميكانيكا الكم . اننا لا نحدث خطأ ملحوظاً فى الأشياء الكبيرة عندما نعطي قيمة لدرجة الحرارة والطاقة فى نفس الوقت ، تماماً كما هو الحال فى الأشياء الكبيرة عند اعطاء قيمة للموضع والسرعة فى نفس الوقت . ولكن الموقف بالنسبة للأشياء الصغيرة يكون فى الحالتين خطأ . وقد قلنا فى علم الحرارة



حتى الآن بالنسبة لمثل هذه الأشياء الصغيرة أنها تملك طاقة معينة ولكنها لا تملك درجة حرارة . ولكننى أعتبر هذا خطأ . لأننا لا نعرف أين تقع الحدود بين الأشياء الصغيرة والكبيرة .

اننا نستطيع الآن فهم الأشياء التى جعلت بوهر يرى أن الاختلاف المبدئى بين الحدود الاحصائية فى علم الحرارة وبين الحدود الاحصائية فى ميكانيكا الكم لا يعتبر جوهريا كما كان بالنسبة لأينشتين . لقد رأى بوهر أن مبدأ التكميلية ، الذى يعد نفثة مركزية لوصف الطبيعة ، كان موجودا فى علم الحرارة الاحصائية خصوصا فى النطاق الذى أعطاه له « جيبس » ، ولكنه لم يؤخذ فى الاعتبار بطريقة كافية . بينما انطلق أينشتين دائما من عالم التصور لميكانيكا نيوتن أو نظرية المجال لماكسويل ولم يلاحظ « النفثات التكميلية » للديناميكا الحرارية الاحصائية .

تناولت المناقشة بعد ذلك تطبيقات أخرى لمصطلح التكميلية وأشار نيلز خصوصا الى أهمية هذا المصطلح فى التفرقة بين العمليات البيولوجية والمطابقات القانونية الفيزيائية والكيميائية . ولكننا تناولنا هذا الموضوع بتفصيل أكبر فى إحدى حفلاتنا فى المركب الشراعى ويبدو أن الفرصة قد سنحت الآن للحديث عن هذه المحاورة الليلية الطويلة التى أجريناها آنذاك .

لقد كان قائدنا فى هذه الرحلة هو الفيزيو - كيميائى بجامعة كوبنهاجن « بيروم » (Bierrum) الحاصل أيضا على شهادة فى علم الملاحة والذى تميز بمزاج البحارة القسماء الحشن . وبالرغم من ذلك فقد جذبتنى شخصيته منذ اللحظة الأولى ومنحتنى الثقة الكاملة فى اتباع كل تعليماته بلا تفكير .

انضم الى رحلتنا بالاضافة الى نيلز الجراح « شيفيتز » (Chievitz) الذى كان يعلق دائما على الأحداث فوق المركب بملاحظات السابرة وبذلك استهدف بيروم بقفشيات اللاذعة الذى طاب له بدوره الرد على هذه القفشيات مما جعل الاستماع الى هذه الثرثرة محببا لنا جميعا .

فى نهاية كل صيف كان نيلز بوهر يقوم باحضار اليخت « شيتا » (Chita) من كوبنهاجن الى « سفيندبورج » (Svendborg) فوق « فان » (Fyn) حيث يمر الشتاء عاليا هناك وتجرى عليه التحسينات والتعديلات اللازمة . لم يكن من الممكن انجاز هذه الرحلة فى يوم واحد ومن ثم فقد أعدنا أنفسنا بالمؤن لعملية طويلة الأجل .

أقلعنا مع اشراق الشمس من كوبنهاجن حيث كانت الرياح الهادئة القادمة من شمال الغرب والسماء الصافية مدعاة لتفاؤلنا .

ولقد استطعنا بسرعة المرور بالحافة الجنوبية لجزيرة «آماجر» (Amager) وشق طريقنا خلال «خليج كيوجي» (Kjogebucht) متجهين ناحية جنوب الغرب . بعد بضعة ساعات ظهرت على البعد القبة العالية «ستيفينز - كلينت» (Stevns-Klint) وما أن وصلنا إليها حتى سكنت الريح بشكل غريب . لقد بدا لنا أننا لم نعد نتحرك فوق الماء الهادئ . وبعد ساعة أو ساعتين من الحديث حول مغامرات القطب الشمالى الحزينة بدأ ينفد صبرنا ولم يقطع صمتنا المفاجئ الا صوت «ستيفينز» موجه حديثه «ليروم» .

ستيفنز : «إذا استمر حال الرياح هكذا ، فإن مئونتنا سوف تنتهى قريباً ، ويجب علينا الآن أن نضرب النرد لنرى من منا سيأكل الآخر أولاً» .

لكن يروم سرعان ما تقدم بزجاجة من الجعة الى ستيفينز قائلاً :

يروم : «اننى لم أعرف أنك تحتاج باستمرار هكذا الى تقوية معنوية ولكن لعل الزجاجة تكون كافية للحصول على ساعة أخرى من الهدوء» .

ولكن التغير المفاجئ حدث أسرع مما كنا نتوقع فهبت الريح الشديدة فى اتجاه جنوب الشرق وكست السماء السحب الداكنة ثم هبطت قطرات المياه الكبيرة بازدياد مضطرد مما أجبرنا على ارتداء الملابس الصناعية التى لا ينفذ منها الماء . ولم تمض برهة قصيرة حتى كنا نصارع عاصفة هوجاء أثناء مرورنا بالمضيق بين جزيرة زيالاند (Sjælland) وموين (Moen) دارت معها مركبتنا مرات عديدة واستمر عناؤنا بعد ذلك حتى أصابنا الارهاق الشديد بعد قضاء ساعة أو ساعتين تحت الأمطار الغزيرة . لم أحس فى نهاية هذه العاصفة الا بالألم الشديد الذى أصاب يدي المتورمتين من العمل فى جذب الحبال السمكية . لكن ستيفينز قد تبسم قائلاً : «نعم ، لم أكن أعرف أن هذا المجرى المائى الضيق سيودى للأسف بقبطاننا ! ولكننا خرجنا للنزهة ولا يجب علينا أخذ كل هذا مأخذاً جاداً» .

استمر نيلز فى العمل بشجاعة معنا أثناء كل المناورات التى قمنا بها وقد كنت متعجباً ، كم من القوة الجسمية مازال يحتفظ بها !

وصلنا مع حلول الليل الى «الشتورشتروم» (Storstrom) وهو شارع مائى واسع بين جزيرتى زيالاند (Sjælland) و«فالستر» (Falster) حيث بدأت رحلتنا - بعد سكون الرياح والأمطار - تعود الى الهدوء الذى استهلكت به . عندئذ استطعنا أخيراً الاستلقاء

للاستجمام واستئناف الحديث مرة أخرى ، بينما هبط بعض أفراد الفريق الى الكابينة السفلية للاستغراق في النوم العميق .

جلس ستيفينز أمام الدفة ونيلز الى جواره لمتابعة البوصلة وكان على النظر الى الأمام بحثا عن فنارات السفن التي قد تصبح في لحظة ما خطرا علينا . بدأت محاورتنا بتعليق من ستيفينز الذي قال متمتدا .

ستيفينز : « نعم ، عن طريق فنارات السفن يمكننا درء خطر اصطدامنا بها . ولكن لو أن هناك حوتا مختفيا في هذه المنطقة لاصطدمنا به حتميا ، وذلك لأن الحيتان لا يملكون فنارات ولا تعلق مقدماتهم الألوان الحمراء كما أن مؤخراتهم لا يكسوها اللون الأخضر .

هايزنبرج ، هل ترى حوتا هناك ؟ »

هينز نبرج : « اننى لا أكاد أرى سوى حيتان ، ولكن أخمن أن أغلبها يتشكل على هيئة موجات كبيرة » .

شيفيتز : « علينا أن نأمل هذا . ولكن ترى ما الذى يحدث اذا تصادمنا مع حوت ؟ عندئذ سيحصل كل من الحوت والمركب على ثقب . ولكن هنا يكمن الفرق بين المادة الحية والمادة الميتة . ان ثقب الحوت سوف يلتئم ذاتيا ، بينما سيظل مركبنا محطما . وربما سيتحتم علينا اصلاحه عندما نصل الى قاع البحر » .

بوهر : « ان التفرقة بين المادة الحية والميتة ليست سهلة هكذا . انه لمن الحقيقى أن الحوت تؤثر فيه قوة تخليقية تعنى بعد كل جرح بشفاؤه مرة أخرى ، وأن هذه القوة تكمن بطريقة لا نعرفها فى بنائه البيولوجى . بيد أن السفينة لا تعتبر شيئا ميتا تماما ؛ انها فقط تتصرف اذانا هكذا ، مثل الشبكة للعنكبوت والعش للطائر ، ... الخ . ان قوة التخليق هنا تنبع من الانسان ، وبالمثل فان عملية تصليح القارب تشبه عملية شفاء الحوت . وذلك لأنه لو لم يحدد كائن حي - فى هذه الحالة الانسان - هيئة المركب ، لما أصلح المركب أبدا . غير أن الفارق المهم فعلا هنا هو بالطبع أن قوة التخليق هذه تنبعث من وعى الانسان » .

هينز نبرج : « لدى حديثك عن قوة التخليق ، هل كنت تعنى بهذا شيئا مختلفا تماما عن الفيزياء والكيمياء الحالية ، ومختلفا عن الفيزياء الذرية الحالية ، أم أردت أن تقول انه من الممكن التعبير عن قوة التخليق هذه من خلال تراكبات ذرية ومن خلال « التأثير المتبادل » (Wechsel wirkung) بينهما أو أى نوع من « تأثيرات الرنين » (Resonanz Hekte) أو ما شابه ذلك ؟ » .



بوهر : « أولا يجب علينا ادراك أن أى عضو حى (Organismus) له صفة من الكلية (Ganzheit) ، ومثل هذه الصفة لا يمكن أن يأخذها أى « نظام » مكون من لبنات ذرية كثيرة وفقا للفيزياء الكلاسيكية . ولكن الموضوع لا يقع الآن تحت الفيزياء الكلاسيكية ، بل ميكانيكا الكم . وبالطبع فأننا نحاول اجراء مقارنة بين التركيبات الكلية التى نستطيع تمثيلها رياضيا فى نظرية الكم ، مثل المستويات الثابتة للذرات والجزيئات وبين التركيبات الكلية التى تظهر كنتيجة للعمليات البيولوجية ، ولكن هنا يوجد فارق مميز حقا . ان التركيبات الكلية للفيزياء الذرية ، الذرة ، الجزيء والبللورة ، هى عبارة عن تكوينات ساكنة . (Statische Gebilde) كل منها يتكون من عدد من « المكونات الأولية » ، أى نواة الذرة والاليكترونات . وهذه المكونات لا تظهر تغييرا بالنسبة لآزمن ما لم يؤثر فيها اضطرابا خارجيا . واذا وقع مثل هذا الاضطراب فانها تتأثر به ، ثم تعود - اذا لم يكن الاضطراب كبيرا - الى حالتها الأولى عندما يخف هذا الاضطراب . بيد أن الأعضاء الحية ليست تكوينات ساكنة . ان المقارنة القديمة بين الكائن الحى والشعلة تبين تماما أن الأعضاء الحية تعتبر « شكلا » - مثل الشعلة - من خلاله تتدفق المادة على نحو ما . وبالتأكيد فانه لن يكون ممكنا فى المستقبل تحديد - عن طريق القياس مثلا - أى الذرات تنتمى الى كائن حى وأيها ليست كذلك . واذن فان السؤال لابد وأن يكون : هل يمكن فهم نزعة بناء مثل هذه التكوينات التى تتدفق من خلالها المادة طول الوقت والتى تملك خواص كيميائية محددة ومعقدة عن طريق ميكانيكا الكم ؟ » .

شيفيتز : « ان الطبيب لا يحتاج بالطبع الى الاهتمام باجابة مثل هذا السؤال قطعيا . انه يفترض أن العضو الحى يملك النزعة الى اعادة بناء حالته العادية عندما يضطرب طالما أعطيناه امكانية ذلك ؛ والطبيب مقتنع فى نفس الوقت أن الأحداث تقع وفقا لمبدأ العلة ؛ وهذا يعنى أن نتاج أى تدخل ميكانيكى أو كيمائى يتفق تماما مع ما يجب أن يحدث وفقا لقوانين الفيزياء والكيمياء . بيد أن ما لا يدركه معظم الأطباء هو حقيقة أن هاتين الطريقتين فى الوصف لا تتلاءمان أبدا من الناحية الواقعية » .

بوهر : « اننا هنا نقف أمام حالة نموذجية لطريقتى وصف تكميليتين . فنحن نستطيع الحديث عن الأعضاء الحية اما باستخدام المصطلحات التى تكونت على مر السنين عن طريق التعامل مع الكائنات

الحية ، وعندئذ نتحدث عما هو « حى » (Lebendig) وعن « دالة عضو ما » (Funktion eines Organs) وعن « تبادل المادة » (Stoffwechsel) ... الخ ؛ (Heilung sprozzess) وعن « عملية الشفاء » .  
 واما بالسؤال عن « السير السببى » (Kausal Ablauf) لها وعندئذ تستخدم لغة الفيزياء والكيمياء ، كما يحدث فى دراسة العمليات الكيميائية والاليكترونية مثلاً فى حالة الاتصالات العصبية (Nervenleitung) . وفى هذه الحالة فاننا نفترض ، بنجاح كبير كما هو معروف أن القوانين الفيزيائية والكيميائية ، أو - بطريقة أعم - قوانين ميكانيكا الكم ، سارية المفعول فى الأعضاء الحية أيضاً . ان هاتين الطريقتين للوصف تتناقض كل منهما مع الأخرى ، وذلك لأننا نفترض فى الحالة الأولى أن الحدث يتحدد عن طريق الغرض الذى يخدمه ، أى من خلال الهدف الذى يتجه إليه . أما فى الحالة الأخرى فاننا نعتقد أن الموقف الماضى مباشرة يتحدد عن طريق الحدث السابق مباشرة . وبالطبع فانه يبدو من المستحيل أن هذين المنطلقين قد يؤديان صدفة الى نفس النتيجة . بيد أن طريقتى الوصف تكملان كل منهما الأخرى أيضاً ؛ وذلك لاننا فى الواقع نعرف تماماً أن كل منهما صحيحة والدليل على ذلك هو وجود الحياة . ان السؤال الذى يطرح نفسه فى البيولوجيا اذن ليس أى طريقتى الوصف تعتبر صحيحة ولكن فقط كيف استطاعت الطبيعة أن تؤدى الى أنهما تتلاءمان سوياً .

هينز بيرج : « انك لا تعتقد اذن أنه يوجد الى جوار القوى والأفعال المتبادلة المعروفة الآن فى الفيزياء الذرية نوع من القوة الحيوية المميزة ، كما كنا نفترض قديماً عن « القدرة الحيوية » (Vitalismus) التى تعتبر مسئولة عن التصرف المميز للأعضاء الحية ، مثل التئام جرح الحوت . بل بالأحرى فانك تعتبر أن المجال قد فتح أمام « المطابقات القانونية البيولوجية » ، التى لا يوجد مثيل لها فى المواد الغير عضوية ، وذلك من خلال الموقف الذى يمكن وصفه وفقاً لمبدأ التكميلية .

بوهر : « نعم ، اننى أوافق على هذا . بل انه يمكننا أيضاً الجزم بأن طريقتى الوصف اللتين تحدثنا عنهما ، يستندان على موقفين مشاهدين تكميليين . ومن ناحية المبدأ فاننا ربما نستطيع قياس مكان كل ذرة فى خلية ما ، ولكن من غير الممكن التفكير فى أن مثل هذا القياس سيتيسر لنا دون قتل الخلية الحية أثناء ذلك . واذن

فان ما سوف نعرفه في النهاية هو ترتيب الذرة في خلية ميتة وليس في خلية حية . وعندما نستخدم ميكانيكا الكم بعد ذلك في حساب ما يحدث لترتيبات الذرات التي حصلنا عليها بواسطة المشاهدة ، فان الاجابة ستكون ، أن الخلية ستتحلل أو ستفسد أو أى شيء من هذا القبيل . أما اذا أردنا على العكس حفظ الخلية على قيد الحياة ومن ثم السماح فقط بمشاهدة محدودة للغاية للتركيب الذري ، فان المقولات التي سنحصل عليها بناء على هذه النتائج المحدودة ستظل صحيحة أيضا ، ولكنها لن تسمح لنا باتخاذ قرار حول ما اذا كانت الخلية ستظل حية أم أنها ستموت .

**هيزنبرج :** « ان هذا العزل للمطابقات القانونية البيولوجية عن المطابقات الفيزيائية والكيميائية بواسطة مبدأ التكميلية يبدو منطقيا تماما . بيد أن ما قلته أنت يدع فرصة للاختبار بين تفسيرين يعتبران بالنسبة لكثير من العلماء الطبيعيين مختلفين جذريا . ولكن دعنا الآن نفترض للمحظات موقفا مستقبليا للعلوم الطبيعية . تكون فيه البيولوجيا مختلفة مع الفيزياء والكيمياء كما هو الحال اليوم في ميكانيكا الكم حيث الفيزياء والكيمياء مختلفتان تماما . هل تعتقد أن القوانين الطبيعية في هذا الموقف الكلي ستكون ببساطة قوانين ميكانيكا الكم ، التي سيعطيها الانسان مضامين بيولوجية ، تماما كما أعطى قوانين ميكانيكا نيوتن مضامين احصائية مثل درجة الحرارة والايونتروبس (Entropie) أم أنك تعنى أنه ستسرى في هذه العلوم الأشمل قوانين طبيعية أشمل ، تظهر فيها قوانين ميكانيكا الكم كحالة خاصة ، كما هو الحال الآن في ميكانيكا نيوتن التي يمكن اعتبارها حالة خاصة لميكانيكا الكم ؟ بالنسبة للزعم الأول فان ما يعضده هو أنه يتحتم علينا اضافة مصطلحات «التطور التاريخي» - أي «الانتقاء» (Selektion) الى قوانين ميكانيكا الكم ، وذلك لتفسير العدد الكبير من الأعضاء الحية المختلفة . انه لا يوجد سبب للاعتقاد بأن عملية اضافة العنصر التاريخي هذه ستكون مصحوبة بصعوبات مبدئية . عندئذ ستكون الأعضاء الحية عبارة عن أشكال مارستها الطبيعة على مرور بلايين السنين فوق الأرض في اطار قوانين ميكانيكا الكم . بيد أن هناك أيضا حججا كثيرة تعضد الرأي الآخر . فمثلا يمكننا القول بأنه لا يوجد اشارة الى أن هناك نزعة في نظرية الكم الى بناء مثل هذه الأشكال الكلية ، التي يتم حفظ بقائها لوقت محدود من خلال مادة دائمة التغيير لها خصائص كيميائية محددة . اننى



لا أعرف ما هو وزن الحجج المعضدة لكل من الرأيين ، ولكن ما رأيك أنت في هذا يا نيلز ؟ » .

**بوهر :** « أولا ، اننى لا أرى أن القرار حول الاحتمالين المختلفين مهم الآن فى المرحلة الحالية للعلم . ان المهم الآن هو أن نجد مكانا لائقا للبيولوجيا أمام الدور المسيطر للمطابقات القانونية الفيزيائية والكيميائية . من أجل هذا يكفى التفكير فى مبدأ التكميلية للمواقف المشاهدة الذى تحدثت عنه فيما سبق . ان عملية استكمال ميكانيكا الكم بواسطة مصطلحات بيولوجية سوف تبدأ على أى حال . أما بصدد ما اذا كان من الضرورى خلال عملية الاستكمال هذه توسيع ميكانيكا الكم أيضا ، فان ذلك لا يمكن استنباطه فى الوقت الحالى . وربما تكون كثرة الأشكال الرياضية الموجودة فى نظرية الكم كافية لتمثيل الأشكال البيولوجية أيضا . ولكن طالما أن الأبحاث البيولوجية لا تجد سببا لتوسيع الفيزياء النظرية الكمية ، فانه علينا ألا نبحث عن مثل هذا التوسيع بأنفسنا . ان السياسة الحكيمة فى العلم هى المحافظة بقدر الامكان على القوانين الحالية واللجوء الى التوسع فقط تحت اجبار المشاهدات التى لا يمكن تفسيرها » .

**هيزنبرج :** « ان ثمة بيولوجيين كثيرين يعتقدون أن هذا الاجبار مطروح بالفعل ، انهم يجزمون بأن «نظرية داروين (١) (Darwinsche Theorie) بشكلها الحالى ، أى : « التغيرات المبنية على الصدفة والاختيار من خلال عملية الانتقاء (Zu Fallige Mutationen und Auswahl durch den Selektion proze B تعتبر غير كافية لتفسير الأشكال العضوية المختلفة الموجودة فى الأرض . ولكن بالنسبة للانسان الغير متمرس فى هذا الموضوع يكفيه أن يعرف من البيولوجيين أنه من الممكن أن تطرأ تغيرات عن طريق الصدفة وأن مقدار ما يرثه النوع المناظر يتغير أحيانا فى هذا الاتجاه وأحيانا أخرى فى ذاك ، وأن بعض هذه الأنواع التى تغيرت تفضل من خلال عوامل البيئة فى عملية الانتشار (Fort pflanzung) وبعضها يتلاشى تماما . وعندما يعلن داروين بهذا الصدد أن الموضوع هنا يتلخص فى عملية الانتقاء وأن المسيطر هنا هو مبدأ « البقاء للأقوى » ، فلعلنا نعتقد فى هذا . ولكن ربما تساءلنا عما اذا كان المقصود بهذه الجملة مقولة معينة أو تعريفا لكلمة

(١) Charles Darwin ، باحث انجليزى اهتم بالطبيعات ( ١٨٠٩/٢/١٢ )

« قوى » • اننا نسمى كل نوع « قوى » أو « ملائم » أو « نشط » . اذا نما وازدهر تحت تأثير الظروف المعطاة • ولكن حتى لو سلمنا بأنه خلال عملية الانتقاء هذه تتكون أنواع تعتبر « ملائمة » أو « نشطة » على نحو مميز ، فانه من الصعب الاعتقاد بأن أعضاء معقدة مثل العين تتكون تدريجيا وفقا لهذه التغييرات المبنية على الصدفة فقط • ويبدو أن هناك بيولوجيين كثيرين يرون أن هذا ممكن ، بل انهم كذلك فى موقف يمكنهم من تحديد الخطوات المختلفة فى تاريخ الأرض التى أدت الى هذا التكوين النهائى ، أى العين • ولكن هناك بيولوجيين آخرين يشكون فى ذلك أيضا •

لقد روى لى أحد الأصدقاء عن محادثة قام بها عالم الرياضيات « فون نيومان » (١) (Von Neumann) - الذى كان على دراية ممتازة بنظرية الكم - مع أحد العلماء البيولوجيين حول هذه القضية • لقد كان البيولوجى مقتنعا تماما بمبدأ الداروينية المعاصرة (moderne Darwinismus) ، بينما كان فون نيومان متشككا فيه • وفى إحدى اللحظات قاد الرياضى البيولوجى الى نافذة حجرتة قائلا : « هل ترى هذا البيت الجميل فوق التل ؟ لقد وجد هناك بمحض الصدفة • فعلى مر ملايين السنين تكون التل خلال عمليات جيولوجية مختلفة ، ثم نبت الأشجار هناك ثم تعفنت وتحللت ، ثم نمت مرة أخرى ثم بعد ذلك غطت الرياح قمة التل بالرمل ، ثم أتت الأحجار فوق التل ، ربما خلال عملية بركانية ، ومن خلال الصدفة أيضا انتظمت الأحجار فوق بعضها ، وهكذا تم كل شيء • وبالطبع لقد تكونت على مر تاريخ الأرض وخلال كل هذه العمليات المبنية على الصدفة ، والغير منتظمة غالبا ، أشياء أخرى • ولكن فى إحدى المرات بعد وقت طويل طويل وجد البيت الريفى ، ثم انتقل اليه أناس ، وهم يعيشون فيه الآن • »

لم يكن البيولوجى بالطبع سعيدا بهذه الطريقة من الجدل ، ولكن فون نيومان لن يكون بيولوجيا أيضا ، كما أننى لا أستطيع الحكم بينهما أو القطع بأن حجج أحدهما كانت أقوى من حجج الآخر • غير أننى أخمن ، أنه لا يوجد هناك اتفاق بين البيولوجيين حول كفاءة عملية « الانتقاء » الداروينية فى القيام بمفردها بتفسير عملية تكوين الأعضاء الحية المعقدة •

(١) Johann von Neumann ، عالم رياضيات مجرى ( ١٩٠٢/١٢/٢٨ -

( ١٩٥٧/٢/٨ )

**بوهر :** « ان ذلك يعتبر ببساطة سؤالاً حول مقياس الزمن (Zeitskala) ان نظرية داروين فى شكلها الحديث تتضمن مقولتين مستقلتين ؛ تزعم أولاهما أنه أثناء عملية الوراثة تتم دائماً عملية تجريب أشكال جديدة يتلاشى أغلبها تحت تأثير الظروف الخارجية لعدم أهمية استعماها ، ويتبقى فقط القليل منها الملائم لهذه الظروف . وبالقطع فان هذه المقولة صحيحة من الناحية الوضعية . غير أنه يفترض من المقولة الثانية أن الأشكال الجديدة تتكون فقط خلال اضطرابات مبنية على الصدفة فى تركيب « الجينات » (Genstruktur) . وفى هذا المبحث الثانى تكمن كل الصعوبات ، بالرغم من أنه من الصعب لنا تصور شيء آخر . ان حجة فون نيومان توضح بالطبع أنه ربما يبدو بعد زمن طويل كاف أن كل شيء كان قد تم بالصدفة ، ولكن هذا يؤدي الى مفهوم سخي للزمنة الطويلة التى لا يمكن ادراكها من الناحية الفعلية . ذلك أننا فى النهاية نعرف من المشاهدات الفيزيائية والفلكية أنه قد مرت على الأكثر بضع بلايين من السنين منذ وجود الكائنات الحية البدائية . واذن يتحتم وقوع كل التطورات من الكائنات الحية البدائية الى الكائنات الراقية فى هذه الفترة الزمنية . ومن ثم فان قضية ما اذا كانت لعبة التغيير المبنى والاختيار أثناء عملية الانتقاء كافية لكى تؤدي فى هذه الفترة الزمنية الى مثل هذه التكوينات العضوية الراقية ، تعتمد اذن على الأزمنة البيولوجية التى تلزم لتكوين أنواع جديدة . اننى أخمن أننا لا نعرف حتى الآن سوى القليل جداً عن هذه الأزمنة ، وبالتالي فانه من العسير علينا اعطاء اجابة يمكن الوثوق بها . ومن ثم فان القضية ستظل ملحة لبعض الوقت » .

**هيزنبرج :** « الحجة الأخرى التى يجب ذكرها هنا - على ضرورة توسيع ميكانيكا الكم هى وجود الوعي الانسانى . ومما لا شك فيه أن مصطلح « الوعي » (Bewusstsein) لا يظهر فى الفيزياء أو الكيمياء كما أننا لا نعرف كيف يمكن ايجاد شيء مماثل فى ميكانيكا الكم . بيد أنه من الواضح أيضاً أن أى علم يتناول التكوينات العضوية الحية لابد وأن يحتل « الوعي » فيه مكاناً محدداً وذلك لأنه جزء من الواقع » .

**بوهر :** « ان هذه المقولة تبدو مقنعة من النظرة الأولى ؛ وذلك لأننا لا نجد فى مصطلحات الفيزياء والكيمياء ما يتصل - حتى ولو من بعيد - بالوعي الانسانى الذى نقر بوجوده ، لأننا نملكه بأنفسنا . واذن



فالوعى جزء من الطبيعة ، أو لنقل عموماً من الواقع ، ويجب علينا أن نصف بجانب الفيزياء والكيمياء - التى تخضع قوانينها لميكانيكا الكم - مطابقات قانونية أخرى من نوع مختلف تماماً كما يجب علينا فهم مثل هذه المطابقات ولكننى لا أعرف هنا ما إذا كنا سنحتاج الى حرية أكثر من تلك المتوفرة فى مبدأ التكميلية . كما أنه يبدو لى أن الفارق ضئيل للغاية بين ما إذا كان علينا أن ندخل - كما هو الحال فى التفسير الاحصائى لعلم الحرارة - مصطلحات جديدة الى ميكانيكا الكم دون تغييرها ، والتعبير من خلال هذه المصطلحات عن المطابقات القانونية الجديدة ، أم أنه من المحتمل علينا أن نقوم - كما حدث فى عملية الانتقال من الفيزياء الكلاسيكية الى ميكانيكا الكم - بتوسيع نظرية الكم نفسها الى تعبير أشمل ، وذلك لنتمكن من أخذ « الوعى » فى الاعتبار . ان المشكلة الحقيقية اذن هى : كيف يمكننا ملاءمة الجزر من الواقع الذى يبدأ بالوعى مع الجزء الآخر الذى يوصف بالفيزياء والكيمياء ؟ وكيف يمكن انشاء المطابقات القانونية فى هذين الجزئين بحيث لا يقعان فى نزاع ؟ ان ما نحن بصدده الآن هو موقف حقيقى لمبدأ التكميلية الذى سنتمكن من تحليله بطريقة أدق فى المستقبل عندما تتوسع معارفنا فى علم البيولوجيا .

هكذا امتدت محاورتنا الى ساعات طويلة ، اهتم أثناءها نيلز بإدارة المجذاف وأمسك ستيفنز بالبوصلة ، بينما ظللت جالسا فى المقدمة أحرق النظر فى الليل الحالك من أجل اكتشاف نقطة ضوئية واحدة . كان منتصف الليل قد مضى وظهرت خلف السحب الكثيفة أشعة القمر المنتشرة . ربما انقضى منذ مرورنا بالعاصفة أكثر من ٤٠ كم حين اقتربنا من مضيق « أومو » (Omo) الذى نريد عبوره قبل الذهاب الى المرساة . ووفقا للخريطة البحرية فان خط السير الى المضيق يتميز بواسطة عدد من المقشبات البارزة من الماء . ولكن أنى لنا رؤية هذه المقشبات فى ذلك الليل المظلم بعد تلك الرحلة الطويلة الشاقة ؟

ستيفنز : « هيزنبرج هل رأيت احببى هذه المقشبات بعد ؟ » .

هيزنبرج : « لا ، ان سؤالك هذا يشبه السؤال عن كرة البنج التى ضاعت منى أثناء مرور آخر سفينة بنا » .

ستيفنز : « اذن فانت رحال سىء » .

هيزنبرج : لماذا لا تأتى الى المقدمة ، لعلك تفوقنى فى حدة النظر ؟ » .

مستيفين : « انها دائما القصة التقليدية التي تتكرر فى كل الروايات  
الردئية ، حيث ينام القبطان وتصطدم السفينة بشعبة مرجانية ثم  
يغرق كل الركاب » .

« هنا صاح بيروم من مكانه فى بطن المركب .

بيروم : « هل تعرفون على الأقل أين نحن الآن ؟ » .

مستيفين : « نعم ، تماما ، فوق اليخت شيتا ، تحت قيادة القبطان بيروم  
الذى أخذه النعاس للأسف » .

عندئذ جاء بيروم الى أعلى المركب وتولى بنفسه القيادة . وعلى البعد  
استطعنا التعرف على اشارة ضوئية كانت قد وجهت اليها على التو . بعد  
ذلك قمت بقياس عمق الماء واستطعنا من الخريطة معرفة أننا نبعد الآن  
كيلو مترا واحدا من هدفنا . ومن ثم فقد أبحرنا فى الاتجاه المبين فى  
الخريطة وجاء بيروم بعد ذلك الى مقدمة المركب ثم صاح فجأة « ها هو » .  
لم يتبق لنا عندئذ سوى بضع مئات من الأمتار للدخول الى مضيق  
« أومو » .

ذهبنا بعد ذلك الى المرساة على الناحية الأخرى من الجزيرة وقد ملأنا  
السرور لأننا سنقضى بقية الليل فى نوم هادى عميق .

## ١٠ - ميكانيكا الكم وفلسفة كانط

( ١٩٣٠ - ١٩٣٢ )

اتسعت دائرة معارفى فى ليبزيج فى تلك الأيام بطريقة سريعة فانضم اليها عدد كبير من الشباب من كل أنحاء العالم للمساهمة فى تطوير ميكانيكا الكم أو فى تطبيقها على تركيب المادة . وساعد هؤلاء الفيزيائيون الجدد المتفتحون فى اثراء مناقشاتنا فى الحلقة العلمية مما أدى الى اتساع المجالات المبنية على الأفكار الجديدة من شهر لآخر . فأسس السويسرى « فيليكس بلوخ » (١) (Felix Bloch) « نظرية الخواص الكهربائية للمواد الصلبة » ، وناقش الروسى « لاندau » (٢) (Landau) والألماني « بيرليز » (Peierls) « المشكلات الرياضية للديناميكا الكهروكيميائية » وابتدع « فريدريش هوند » (٣) (Friedrich Hund) « نظرية الروابط الكيميائية » ، كما فسر « ادوارد تيلر » (٤) (Edward Teller) « الخصائص الضوئية للجزيئات » . دخل « كارل فريدريش فون

---

(١) ( ١٩٠٥/١٠/٢٣ - ) .

(٢) Lew DaWidoWitsch Landau ( ١٩٠٨/١/٢٢ - ١٩٦٨/٤/١ ) .

(٣) فيزيائى ألماني ( ولد سنة ١٨٩٦ ) .

(٤) فيزيائى مجرى هاجر الى أمريكا ( ١٩٠٨/١/١٥ - ) .



فايتسيكر « (١) (Carl Friedrich von Weizacher) مجموعة عناصرا وهو فى الثامنة عشرة من عمره وأضاف بعدا فلسفيا لمحااوراتنا ، فبالرغم من أنه درس الفيزياء فقد كان واضحا تماما أنه كلما طرحت فى حلقنا العلمية قضايا فلسفية أو قضايا خاصة بنظرية المعرفة انتبه اليها واستغرق السمع لما يقونه الآخرون فيها ثم انبرى للمناقشة بكل أحاسيسه الداخلية .

أتاحت لنا الفرصة الواسعة للمحاورات الفلسفية بعد سنة أو سنتين من مجىء فون فايتسيكر حين زارت ليبزيج فيلسوفة شابة تدعى « جريتا هيرمان » (Gretz Hermann) لمناقشة الفيزيائيين الذريين حول المزاعم الذرية الفلسفية الذرية التى كانت بالنسبة لها غير مقنعة تماما .

درست جريتا هيرمان ضمن مجموعة الفيلسوف « نيلسون » (Nelson) بجامعة جوتنجن (٢) ثم عملت معه ونمت فى جو أفكار الفلسفة الكانطية كما غسرها فى بداية القرن التاسع عشر الفيلسوف وعالم الطبيعيات « فريس » (٣) (Fries) . وقد كان من سمات المدرسة الغربية ، وبالتالى مجموعة الفيلسوف نيلسون ، المبدأ القائل بأن الأفكار الفلسفية لابد وأن تكون لها نفس درجة الصرامة التى تتطلبها الرياضيات الحديثة . وبهذه الدرجة من الصرامة اعتقدت جريتا هيرمان أنها تستطيع اثبات أنه من غير الممكن النيل من « قانون العلة » فى الشكل الذى أعطاه كانط . بيد أن ميكانيكا الكم الجديدة قد شككت - على نحو ما - فى هذا الشكل لقانون العلة ، ومن ثم فقد أصرت الفيلسوفه الشابة على المضى فى هذا الصراع حتى نهايته .

فى المحاورة الأولى التى بدأت بينها ، وفريدريش فون فايتسيكر وبينى بدأت تقريبا بطرح أفكارها على النحو التالى :

جريتا : « ان قانون العلة فى فلسفة كانط ليس زعما وضعيا يمكن أن يسبب أو يفند عن طريق التجربة ولكنه بالعكس يعتبر شرطا (Voraussetzung) لكل التجارب ، انه ينتمى الى طبقات التفكير التى أطلق عليها كانط اسم « أسبقيات » (Priori) . ان الانطباعات الحسية التى نتعرف بها على العالم تصبح فقط لعبة ذاتية (Subjectiv Spiel) من الأحاسيس التى لا يناظرها أى موضوع ، اذا لم تكن هناك قاعدة تتم وفقا لها الانطباعات الناتجة من حدث سابق .

(١) فيزيائى ألمانى ( ١٩١٢/٦/٢٨ - ) .

(٢) Jakob Friedrich Fries فيلسوف ألمانى ( ١٨٨٢/٧/١١ - ١٩٢٧/١٠/٢٩ ) .

(٣) Jakob Friedrich Fries فيلسوف ألمانى ( ١٧٧٣/٨/٢٣ - ١٨٤٣/٨/١٠ ) .

ان هذه القاعدة ، التي نعنى بها الربط الواضح بين « العلة » (Ursache) و « الفعل » (Wirkung) ، لا بد وأن نفرضها اذا أردنا جعل الادراك « موضوعيا » ، أى اذا زعمنا بأننا قد عرفنا « شيئا » (Ding) أو « حدثا » (Vorgang) ما .

ومن ناحية أخرى فان العلم يدور حول التجارب ، وبالتحديد حول تجارب موضوعية . ومن المعروف أننا نستطيع وصف التجارب التى يمكن أن يتحكم فيها الآخرون بأنها موضوعية ومن ثم فهى تشكل موضوعا علميا . ومن هنا ينتج أيضا أن كل علم لا بد وأن يستند على قانون العلة ، وأنه يمكن فقط وجود علم بقدر ما يوجد قانون العلة . واذن فان قانون العلة هو أداة تفكيرنا التى نحول بها تصنيع المادة الخاصة لانطباعاتنا الحسية على هيئة تجارب . وفقط بنفس القدر الذى ننجح فى هذا فاننا نملك أيضا موضوعا للعلم . واذن كيف يمكن لميكانيكا الكم أن تخل بقانون العلة وفى نفس الوقت تريد أن تظل علما ؟ » .

هيزنبرج : « لنفرض أننا نريد دراسة ذرة واحدة من « ذرات الراديوم ب » (Radium B) ؛ بالطبع فانه من السهل اجراء تجارب عملية بواسطة عدد كبير من مثل هذه الذرات وذلك باستخدام كمية صغيرة من هذا العنصر أكثر من اجراء تجارب على ذرة واحدة ، ولكن من ناحية المبدأ فانه لا يوجد عائق أمامنا ازاء بحثنا لتعرف كل ذرة من هذا العنصر . بعد ذلك فائنا نعرف أن ذرة الراديوم (ب) ستشع اليكترونا فى وقت ما فى اتجاه ما وتتخول بذلك الى « ذرة راديوم ت » (Radium C) ، وفى المعدل يحدث ذلك بعد حوالى نصف ساعة ولكن من الجائز أن يتم هذا التحول فى ثوان أو بعد أيام .

وكلمة معدل هنا تعنى ، اذا كنا نلاحظ عددا كبيرا من « ذرات الراديوم ب » فان نصف الكمية الملاحظة سوف يتحول بعد نصف ساعة الى « راديوم ت » ولكننا - وهذا تعبير عن قصور قانون العلة - لانستطيع أن نعطي سببا - اذا اعتبرنا ذرة واحدة من « راديوم ب » - لكون الاليكترون قد انطلق فى هذا الاتجاه وليس فى اتجاه آخر ولكون الذرة قد تحللت الآن وليس بعد أو قبل ذلك . كما أن هناك أسبابا كثيرة تدعونا للاعتقاد بأن مثل هذه العلة غير موجودة اطلاقا .

جريتيا : « حتما فان خطأ الفيزياء الذرية الحالية يكمن فى هذه النقطة .

ان واقعة أننا لانجد علة لنتيجة معينة لاحتتم استنتاج أنه لا توجد علة بالفعل بل ان علينا أن نستنتج عندئذ أن هناك قضية لم تحل بعد ، وهذا يعنى أنه على الفيزياء الذرية أن تستمر فى البحث عن العلة حتى نجدها . ان المعرفة التى توصلت اليها فى حالة « ذرة الراديو ب » بخصوص اشعاع الاليكترون هى اذن غير كاملة ، وذلك لأنه لابد أن يكون الانسان قادرا على تحديد اللحظة والاتجاه اللذين سيشع فيهما الاليكترون . ومن ثم يجب علينا الاستمرار فى البحث حتى الوصول الى المعرفة الكاملة .

**هيزنبرج :** « لا ، اننا نحن الفيزيائيين نعتبر هذه المعرفة كاملة . وذلك لاننا قد استنتجنا من خلال تجارب أخرى أجريت على « ذرة الراديو ب » أنه لا يمكن أن توجد قطع تحديد لهذه الذرة غير تلك التى نعرفها . ودعيني أوضح ذلك أكثر : اننا قد استنتجنا اننا لا نعرف الاتجاه الذى سيشع فيه الاليكترون ، وقد قلت أنت أنه لابد اذن من البحث عن قطع تحديد أخرى نستطيع بها تحديد هذا الاتجاه . ولكن لنفرض أننا قد وجدنا قطع التحديد هذه ، عندئذ سوف نواجه الصعوبات الآتية: من المعروف أننا نستطيع النظر الى الاليكترون المرسل «كموجة مادية» تشع من نواة الذرة . مثل هذه الموجة تؤدي الى «ظواهر التداخل» (١) (Interferenzerscheinungen) ولنفرض أيضا أن أجزاء الموجة التى سوف تشع - أولا من نواة الذرة فى الاتجاهات المضادة قد مرت على جهاز تداخل أعد لهذا الغرض وأننا رأينا نتيجة لذلك منطقة سوداء فى الجهاز . ومعنى هذا أننا سنستطيع التنبؤ تماما بأن الاليكترون سوف لا يشع بالتأكيد فى هذا الاتجاه . أما اذا تعرفنا على قطع تحديد جديدة يمكن الاستنتاج منها أن الاليكترون سوف يشع أولا من النواة فى اتجاه محدد للغاية فان ظاهرة التداخل لن توجد على الإطلاق ولن تظهر المنطقة السوداء فى الجهاز ، وبذلك تكون النتيجة التى استنتجناها سابقا باطلة . ولكن من الناحية الواقعية فأننا نرى بالفعل المناطق السوداء هذه ، ومعنى ذلك أن الطبيعة تخبرنا اذن أن قطع التحديد - التى لم نتفق عليها - لا توجد بالفعل وأن معرفتنا تعتبر كاملة دون الحاجة الى قطع تحديد جديدة .

---

(١) عند تداخل موجتين ضوئيتين تعمل احدهما على تقوية الاضاءة فى بعض الأماكن التى تسرى فيها الأخرى وعلى ضعف الاضاءة فى الأماكن الأخرى . واذا كانت الموجتان متساويتين ومتضادتين فى الاتجاه تظهر منطقة سوداء فقط واذا كانتا فى اتجاه واحد تضاعفت شدة الاضاءة .



**جريتنا :** « ولكن هذا مفزع للغاية • انك تقول — من ناحية ما — ان معرفتنا لذرة الراديوم (ب) ليست كاملة ، وذلك لأننا لانعرف متى وفى أى اتجاه سيشع الاليكترون ، ومن ناحية أخرى فانك تقول ان معرفتنا كاملة وذلك لأنه اذا تواجدت قطع تحديد أخرى فاننا سنقع فى تناقض مع تجارب أخرى • ولكن معرفتنا لايمكن أن تكون كاملة وليست كاملة فى نفس الوقت ! ان هذا بكل بساطة هراء بحث • عندئذ تدخل كارل فريدريش وبدأ تحايل فرضيات فلسفة كانط بطريقة أدق •

**كارل :** « ان التناقض الظاهري المطروح هنا ، مصدره اننا نتصرف فيما نقول كما لو كنا نستطيع الحديث عن ذرة الراديوم (ب) « بذاتها » ، وهذا لايمكن التسليم به بل انه ليس صحيحا • حتى عند كانط ، فان مصطلح « الشئ بذاته » (Das Dingansich) يعتبر مصطلحيا معقدا • ان كانط يعترف بأننا لانستطيع الحديث عن « الشئ بذاته » وأن ما هو معطى لنا هو فقط « موضوعات الادراك » • ولكن كانط يفترض أننا نستطيع ربط أو تنظيم موضوعات الادراك هذه وفقا لطراز « الشئ بذاته » • انه يفترض اذن أن كل تركيب المتجربة يعتبر أسبقية (Priori) معطاة ، اعتدنا عليها فى حياتنا اليومية التى تبنى بشكلها المحدد أسس الفيزياء الكلاسيكية • ان الكون يتكون وفقا لهذا الرأى من « أشياء » (Dinge) فى الفضاء ، تتغير بالنسبة للزمن ، أى من أحداث تتوالى وفقا لقاعدة معينة • ولكننا قد تعلمنا فى الفيزياء الذرية أن ادراكاتنا لا يمكن ربطها أو تنظيمها وفقا لطراز « الشئ بذاته » ، ومن ثم فانه لا توجد ذرة راديوم (ب) بذاتها •

**جريتنا :** « ان الطريقة التى تستخدم بها مصطلح « الشئ بذاته » تبدو غير متفقة تماما مع روح الفلسفة الكانطية • انه ليتحتم عليك التفرقة بكل حدة بين الشئ بذاته والموضوع الفيزيائى • ان الشئ بذاته لايصير قطعيا — وفقا لكانط — محل ظهور حتى ولو بطريقة غير مباشرة • كما أن أهمية هذا المصطلح فى العلم وفى كل الفلسفة النظرية تتلخص فقط فى وصف «مالا يمكن معرفة شئ عنه اطلاقا» • وذلك لأن كل معرفتنا تستند على التجربة ، والتجربة معناها معرفة الأشياء كما تبدو لنا • حتى « المعرفة كآسبوعية » لاتعول على « الأشياء كما يمكن أن تكون بذاتها » ، وذلك لأن أهميتها الوحيدة هى جعل الخبرة ممكنة • وعندما نتحدث — بناء على الفيزياء الكلاسيكية — عن ذرة الراديوم (ب) « بذاتها » فانك تعنى بذلك

تقريباً ما يطلق عليه كانط « الموضوع (hegenstand) » أو « الشيء (Objekt) » . وتعتبر الموضوعات مثل كرسى ، منضدة ، نجوم ، ذرات ، ... الخ ، أجزاء من عالم الظواهر .

**كارل :** « حتى وان لم نرها اطلاقاً ، مثل الذرات ؟ » .

**جريتة :** « نعم . حتى وان لم نرها . وذلك لأننا نفصلها عن الظهور . ان عالم الظهور يعد وصلات مترابطة وانه من غير الممكن - حتى بالنسبة للادراكات اليومية - التفرقة تماماً بين ما نراه مباشرة وبين ما نكشفه ، انك ترى هذا المقعد الآن ، ولكنك لا ترى ظهره ، بيد أنك تفترض بنفس الثقة وجود الناحية الأخرى من المقعد . تماماً كما ترى الناحية الأمامية الآن . ان ذلك يعنى أن العلم موضوعي ، وهو موضوعي لأنه لا يتحدث عن ادراكات بل عن موضوعات » .

**كارل :** « ولكننا في الذرة لا نرى الناحية الأمامية ولا الناحية الخلفية ، فلماذا اذن تعطى نفس الصفات التي يأخذها الكرسى والمنضدة ؟ »

**جريتة :** « لأنها موضوع ، وبدون موضوعات لا يوجد علم موضوعي . وماهية الموضوعات محددة عن طريق « المرتبات » (Kategorien) « الجوهر » (Substanz) . « والعلة » (Kausalitat) ، ... الخ . واذا تغاضيت عن التطبيق الحرفي لهذه المرتبات فانك تتغاضى بذلك عن امكانية التجربة قطعياً » .

**كارل :** « ان ما نريده في نظرية الكم هو جعل الادراكات - التي لم يكن من الممكن لكانط أن يعرفها - موضوعية . ونحن نقر بأن كل ادراك يستند على « موقف مشاهد » (Beobachtungssituation) يجب أن يحدد ، اذا كنا نريد أن نكتسب تجربة معينة نتيجة هذا الادراك . كما أننا نقر في نظرية الكم أن نتيجة الادراك لا يمكن أن تصبح موضوعية كما كان الحال في الفيزياء الكلاسيكية ، فاذا تم اجراء تجربة في لحظة ما وأمكننا فيها استنتاج أن هناك ذرة راديوم ب توجد في هذه اللحظة ، فان المعرفة المستنبطة هنا تكون كاملة بالنسبة « للموقف المشاهد » (Beobachtungssituation) ولكنها بالنسبة « لموقف مشاهد » (Beobachtungssituation) آخر ، الذي يسمح بمقولات حول اليكترون مرسل ، تعتبر معرفة غير كاملة . واذا تواجد موقفان مشاهدان بحيث ان العلاقة بينهما تتحدد وفقاً لمبدأ التكميلية لبوهر ، فانه أى معرفة كاملة لأحد الموقفين تكون عندئذ معرفة غير كاملة للموقف الآخر » .

جريتسا : « انك تريد بهذا تحطيم كل مبدأ » تحليل التجربة »  
(Analyse der Erfahrung) لكانط ؟! » .

كارل : « لا ، اننى أعتقد أن ذلك غير ممكن . لقد لاحظ كانط بكل دقة كيف تتم عملية اكتساب التجربة ، واننى لأعتقد أن تحليله صحيح من الناحية الجوهرية . ولكن عندما يصف كانط الأشكال الظاهرية « للحيز » و « الزمان » ومرتببات مبدأ العلة « كآسبقيّة » للتجربة ، فإنه يقع فى خطر اعتبار وزعم أن هذه الأشكال مطلقة ، وأنها لا بد وأن تظهر من ناحية المضمون فى نفس الشكل فى أى نظرية فيزيائية عن الظواهر . ولكن هذا ليس صحيحا كما أثبتت النظرية النسبية ونظرية الكم . وبالرغم من ذلك فقد كان كانط محقا على نحو ما : ان التجارب العملية التى يقوم بها الفيزيائيون لا بد أولا وأن توصف بلغة الفيزياء الكلاسيكية وذلك لأنه لا يوجد احتمال آخر لا بلاغ الفيزيائيين الآخرين بما تم قياسه . وفقط من خلال ذلك يصبح الآخرون فى موقف يستطيعون منه التأكد من صحة النتائج ، وبناء على ذلك فإنه لا يمكن التغلب على « مبدأ الآسبقيّة » لكانط عن طريق الفيزياء الحديثة ، ولكنه يصبح نسبيا على نحو ما . ان مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية ، وأيضا مصطلحات « الحيز » ، « الزمن » ، و « العلة » تعتبر بهذا المفهوم « آسبقيات » للنظرية النسبية ونظرية الكم ، عندما تستخدم فى وصف التجارب العملية . أو لنقل - بطريقة حذرة - انها تستخدم فعلا . ولكن من ناحية المضمون فإن هذه المصطلحات تأخذ شكلا جديدا فى هذه النظريات الجديدة » .

جريتسا : « مع كل هذا ، فاننى لم أحصل على اجابة واضحة على سؤالى الذى بدأنا به محاورتنا ، لقد أردت أن أعرف لماذا لانحاول هناك حيث لم نجد بعد العلة اللازمة للتنبؤ بحدث ما ، مثل اشعاع اليكترون معين ، الاستمرار فى البحث عن هذه العلة . انك بالقطع لا تريد تحريم مثل هذا البحث ؟! ، ولكنك تقول ان هذا البحث يؤدى الى لا شيء ، وذلك لأنه لا توجد قطع تحديدية أخرى ولأن اللا تحديدية - التى يمكن التعبير عنها رياضيا بطريقة دقيقة - تعطينا حافزا للقيام بتجارب أخرى تحت شروط معينة . كما أنك تقول ان التجارب قد أثبتت هذا أيضا . وعندما نتحدث هكذا فإنه يبدو وكأن « مبدأ اللا تحديدية » يعتبر « حقيقة فيزيائية » ، أى انه يأخذ « صفة موضوعية » ، بينما عادة يفسر مبدأ اللا تحديدية ببساطة على أنه تعبير عن اللا معرفة ومن ثم فهو « شىء ذاتى » .



**هيزنبرج :** « بهذا فانك تكونى قد وصفت تماما الخاصية المميزة لنظرية الكم الحالية ، عندما نريد الوصول الى مطابقات قانونية عن طريق الظواهر الذرية فاننا نستنتج أننا لا نستطيع الربط قانونيا بين « الأحداث الموضوعية » فى « الحيز » و « الزمان » ولكن بين « مواقف مشاهدة » مختلفة . وأننا نستطيع فقط الحصول على مطابقات قانونية لهذه المواقف . ان الرموز الرياضية التى نصف بها مواقف المشاهدة هذه تمثل بطريقة أقرب « المحتمل » وكأنه « واقع » . وربما يمكننا القول أنها تمثل شيئا يمتد بين « المحتمل » و « الواقع » ، الذى يمكن اعتباره على الأكثر موضوعيا بنفس الطريقة التى تعتبر بها درجة الحرارة فى علم الحرارة الاحصائى . ان هذه المعرفة المحددة لما هو محتمل تسمح ببعض المقولات المؤكدة والمحددة ، بينما هى فى العادة تسمح فقط باستنتاجات عن احتمالات لنتائج مستقبلية . ولم يكن كائنا يستطيع التنبؤ بأنه لم يعد ممكنا فى مجالات التجربة ، البعيدة عن خبراتنا اليومية ، تنفيذ نظام من الادراكات وفقا لنموذج « الشئ بذاته » . او اذا أردت « الموضوع » (Gegenstand) ، وأن الذرات اذن - وذلك للتعبير بطريقة أيسر - ليست بعد « أشياء » (Dinge) . او « موضوعات » (Gegenstände) .

**جريتتا :** « ولكن ترى ماهى اذن ؟ »

**هيزنبرج :** « انه لمن المستحيل اعطاء تعبير لغوى لهذا ، وذلك لأن لغتنا قد بنيت على أساس تجاربنا اليومية ، بينما الذرات ليست موضوعات (Gegenstände) لتجاربنا اليومية . ولكن - اذا كنت تسعدين بالتعبيرات المحورة : فان الذرات هى الأجزاء المكونة للمواقف المشاهدة ، أى الأجزاء المكونة التى تملك قيمة توضيحية عالية بالنسبة لتحليل الفيزيائى للظواهر التكرارية . »

**كارل :** « اذا كنا الآن بصدد الحديث عن صعوبات التعبيرات اللغوية ، فربما يكون الدرس الأهم الذى يمكن تعلمه من الفيزياء الحديثة هو أن كل المصطلحات التى نستطيع بها وصف تجاربنا اليومية لها فقط مجالات محدودة من التطبيقات ، وبواسطة مصطلحات مثل « الشئ » (Ding) ، « موضوع الادراك » (objekt der Wahrnehmung) ، « اللحظة الزمنية » (Zeitpunkt) ، « التلازم الزمنى » (Gleichzeitigkeit) ، « التمدد » (Ausdehnung) ، الخ ، فاننا نستطيع توضيح المواقف

التجريبية التي أدت الى صعوبات مع هذه المصطلحات . ان هذا لايعنى أن هذه المصطلحات تعتبر أيضا فرضية لكل التجارب ، ولكنه يعنى أننا بصدد فرضية يتحتم علينا تحليلها نقديا ولا يمكننا منها استخلاص مطابقات قانونية مطلقة » .

لقد كانت جريتا هيرمان مبتثثة للغاية بهذا التطور في محاورتنا التي استهدفت منها استعمال أدوات التفكير في فلسفة كانط في تفنييد ادعاءات الفيزيائيين الذريين بكل حجة أو على العكس اثبات أن كانط قد قام في موضع من مواضع مبدئه بخطأ فكري فادح . بيد أن محاورتنا قد بدت وكأنها قد أدت الى نتيجة متعادلة لا لون لها وأن رغبتها في تحقيق وضوح للرؤية قد باءت بالفشل ؛ ولذلك فقد سألت مرة أخرى .

**جريتا :** « ألا تعنى عمئية « الوصف النسبي » (relativierung) لمبدأ « الأسبقية » لكانط بل للغة نفسها ببساطة احباط مطلق مضمونه . » ( اننا نقر بأننا لا نستطيع أن نعرف ) « ؟ . ألا توجد اذن أرضية للمعرفة نستطيع الوقوف بثبات فوقها ؟ » .

**كارل :** « عندما نقول أن كانط قد حلل بطريقة صحيحة عن طريق مبدأ « الأسبقية » موقف المعرفة في العلم آنذاك وأننا نقف في الفيزياء الذرية الحالية أمام موقف معرفة جديد ، فأننا بذلك نعتبر أن هذه المقولة لها علاقة بقول أن قانون الرافعة « لأرشميدس » (Archimedes) (١) قد تضمن التعبير الصحيح عن القواعد العملية اللازم للتكنولوجيا في ذلك الحين ، ولكن هذا القانون لم يعد كافيا للتكنولوجيا الحالية - مثل التكنولوجيا الاليكترونية ، وبالرغم من ذلك فقانون الرافعة لأرشميدس قد تضمن معرفة حقيقية وليس فقط رأيا غير محدد . وانه سيظل ساري المفعول في كل زمان وحيثما يدور الحديث عن الروافع . وحتى اذا وجدت رافعة ما فوق كوكب من كواكب أى نظام نجمي بعيد ، فانه لابد وأن يظل قانون أرشميدس هناك كامل الصحة أيضا . غير أن الجزء الثانى من مقولتى ، وهو أن البشرية تلج على توسيع معرفتها في مجالات التكنولوجيا التي لم يعد مصطلح الرافعة فيها كافيا ، فان ذلك لايعنى أننا قد حولنا قانون الرافعة الى قانون نسبى أو اننا تغاضينا عن القانون كلية ؛ بل انه يعنى فقط أن هذا القانون قد أصبح في

---

(١) أحد علماء الرياضيات والفيزياء الاغريق البارعين ( ٢١٦ قبل الميلاد ) .

النظور التاريخي جزءا من نظام أشمل من التكنولوجيا وأن الأهمية الكبرى لم تعد تتركز على هذا القانون كما كان الحال عند البدء .  
بنفس الطريقة فأننى أعتقد أن تحليل كانط للمعرفة يتضمن معرفة حقيقية ونيس فقط رأيا غير محدد وأنه سيظل صحيحا فى كل مكان حيثما وجدت كائنات حية تستطيع اظهار انعكاساتها ،  
والارتباط مع بيئتها بعلاقة معينة أو بما نطلق عليه من جانبنا كبشر اسم « خبرة » . ولكن من الممكن أيضا أن يفقد مبدأ « الأسبقية » لكانط أهميته الكبرى فى المستقبل ويصبح جزءا من تحليل أشمل لعمليات المعرفة . انه لمن الخطأ جدا فى هذا المقام الرغبة فى تجميع المعارف العلمية أو الفلسفية بنسأ على القول « كل زمان له حقائقه » ، ولكن يجب علينا أن نعرف أن تركيب الفكر الانسانى يتغير بالتطور التاريخى . ان التقدم العلمى لا يكتمل فقط من خلال أن حقائق جديدة تصبح معروفة ومفهومة لنا ، ولكن «أننا نتعلم دائما ما يمكن أن تعنيه كلمة «فهم» » .

بهذه الاجابة التى تنبع جزئيا من أقوال بوهر بدت جريتنا هيرمان راضية بعض الشيء واجتاحنا نحن الشعور بأننا قد فهمنا بطريقة أحسن العلاقة بين فلسفة كانط والعلوم الطبيعية الحديثة .



## ١١ - مناقشة حول اللغة

( ١٩٣٣ )

لقد اقترب العصر الذهبي للفيزياء الذرية سريعا من نهايته ، فزادت الاضطرابات السياسية في ألمانيا وبدأت مجموعات من الراديكاليين من اليمين واليسار تتظاهر في الشوارع وتتصارع بالأسلحة في الأحياء الخلفية للأحياء الفقيرة وتتشاجر بشدة في الاجتماعات العلنية . ولقد انتشرت بطريقة غريبة الاضطرابات في كل مكان وانتشر معها الخوف حتى في الحياة الجامعية وفي الاجتماعات المختلفة بالكليات . وحاولت من جانبي لوقت طويل تلافي الخطر المحيط بي والتغاضي عن الظهور في الشوارع . ولكن الواقع في النهاية كان أقوى بالقطع من كل رغباتنا ومن الغريب أنه اقتحم شعوري هذه المرة على شكل حلم مبهم .

في صباح يوم أحد تواعدت مع كارل فريدريش على الذهاب مبكرا في رحلة بالدراجات ، ومن ثم فقد ضبطت منبهى على الساعة الخامسة صباحا . ولكن قبل أن أستيقظ بلحظات قليلة ظهرت لي صورة غريبة . لقد خرجت مرة أخرى كما حدث في ربيع ١٩١٩ مع اشراقة الشمس الى « شارع لودفيج » . كان الشارع مليئا بالضوء الأحمر الرهيب يشتد بياضه شيئا فشيئا وكأنه نار موقدة أكثر مما هو اشراقة صباح . جماعات كبيرة من البشر يسرون رافعين الأعلام الحمراء والأعلام ذات

الألوان الحمراء - البيضاء - السوداء مارين بقوس النصر متجهين الى المنبع الرائع أمام الجامعة ، والجو كله مليء بالضجيج والصخب . فجأة بدأ مدفع يطرق بشدة بالقرب منى . عندئذ حاولت النجاة بنفسى بأن قفزت بعيدا ثم استيقظت فجأة ، ولم تكن طرقات المدفع سوى دقات المنبه والضوء الأحمر كن أشعة الشمس المشرقة الساقطة على ستائر حجرة نومى ولكننى عرفت منذ هذه اللحظة أن الموقف سيتأزم مرة أخرى .

لقد تلت الكارثة فى عام ١٩٣٣ مرة أخرى أجازة جميلة مع الأصدقاء القدماء ظلت لفترة طويلة هضبة فى ذاكرتنا وذلك لأنها كانت وداعا جميلا ولكن مؤلما من « العصر الذهبى » .

لقد كانت هناك عشة للترحلق على الجليد تقع تحت تصرفى فوق التلال عند أعالي قرية « بايريشثيل » (Bayrischzell) وبالتحديد فوق جبل الآلم (Alm) المنحدر فى جنوب « الترايتين » (Traithen) الأكبر . أعاد بناء هذه العشة منذ زمن طويل أصدقائى فى حركة الشبيبة بعد أن حطم الهطيل الجليدى الجزء الأكبر منها ، حيث قام والد أحد الرفاق بالتبرع بالخشب اللازم وبمعدات النجارة ونقل الفلاح الذى يملك العشة معدات البناء فى الصيف الى أعالي الآلم (Alm) ، وقد استطاع الأصدقاء إعادة بناء السقف فى أيام الخريف المشمسة ثم قاموا بتصليح نوافذها ونصب خيمة فى وسطها . وقد سمح أصحاب العشة لنا باستخدامها فى الشتاء بانتظام كمكان للنوم أثناء رحلاتنا للترحلق على الجليد فوق الآلم ومن ثم فقد قررت دعوة نيلز بوهر وابنه كريستيان وفيليكس بلوخ وكارل فريدريش للترحلق هناك أثناء أجازة عيد الفصح لعام ١٩٣٣ ، كانت خطة نيلز وكريستيان وفيليكس تقضى المجرى من سالزبرج (Salzburg) - حيث أنجز نيلز بعض واجباته - الى « أوبراودورف » (Oberaudorf) ومن هناك الصعود الى الآلم ، وصلنا كارل فريدريش وأنا الى العشة قبل موعدنا بيومين وذلك لتنظيفها وتنظيمها واحضار المواد الغذائية اللازمة التى كنا قد اشتريناها قبل بضعة أسابيع وخزناها بصناديقها فى منزل برونشتاين « برونشتاين هاوس » (Brunsteinhaus) وبالتالى فلم يكن أمامنا سوى حملها الى عشة الآلم فى ساعة واحدة . عندما أردنا القيام بذلك ظهرت لنا بعض الصعوبات . فى الليلة الأولى التى قضيناها هناك لم يتوقف سقوط الجليد أو عصف الرياح الشديدة للحظة واحدة ، واستطعنا فى الصباح تمهيد الطريق أمام بابها بعد مجهود جم . وعندما قمنا بشق طريق

خلال الثلج المتراكم لما يقرب من متر الى البرونشتاين هاوس لم تكن نهاية سقوط الجليد قد أتت بعد وبدأنا ندرك خطر الهيكل الجليدى . اتصلت تليفونيا من البرونشتاين هاوس بنيلز من سالزبرج وأخبرته بالوضع فوق الجبل كما وعدته بأننا سنحضر فى اليوم التالى الى محطة السكك الحديدية فى أوبراودورف لاستقباله . لكن نيلز أخبرنى أن ذلك ليس ضروريا وأنهم يريدون أن يحضروا الى العشة مباشرة بالتاكسى من أوبراودورف . واذن فقد بدأت أوضح له أن هذا التصور غير قابل للتحقيق وبالتالى فقد اتفقنا على المقابلة . فى الليلة الثانية استمر سقوط الجليد وفى الصباح كانت العشة قد دفنت تماما تحت الثلج ، ولم يعد هناك أثر لكل ما قمنا به فى اليوم السابق . ولكن السماء كانت صافية تماما وأصبح من الممكن رؤية المنطقة المحيطة بنا وبالتالى تحاشى الأماكن المهددة بالانهيار الجليدى . استطعنا ، كارل فريدريش وأنا ، تمهيد الطريق مرة أخرى الى البرونشتاين هاوس ومن هناك أمكننا بلا صعوبات لشق طريق الى الاوبراودورف وذلك لاستعمال الممر المهدد للصعود مع ضيوفنا وقد أملنا أن يستمر الحال هكذا حتى عودتنا جميعا الى العشة .

عندما وقفنا ظهرا أمام القطار المنتظر فى أوبراودورف لم يكن هناك أثر لنيلز وكريستيان وفيليكس ولكن خرجت من إحدى العربات أمتعة كثيرة ومعدات للترحلق تكاد تشبه أمتعة ضيوفنا . بعد ذلك أخطرنا منظر المحطة أن أصحاب الأمتعة قد تركوا القطار فى إحدى المحطات لتناول القهوة ولم يلحقوا به قبل رحيله وأنهم سيصلون فى القطار القادم من الساعة الرابعة مساء . لقد انصب قلقي عندئذ على أننا لن نستطيع قطع الجزء الأكبر من الطريق الى العشة تحت تلك الظروف القاسية خصوصا وإن حل الظلام علينا ، ولم يكن أمامنا - كارل فريدريش وأنا - سوى العمل على فصل الأجزاء الغير مهمة من الأمتعة والانتظار حتى الساعة الرابعة وصول القطار المنتظر فى الوقت المحدد تماما. ومع ضيوفنا وقد أخبرت نيلز على الفور أن أمامنا مغامرة كبرى لقطع الطريق الى العشة ، ما لم يكن الجليد قد سبق بكثافة كبيرة وجعل البدء فى المغامرة مستحيلا ان لم نقم من جديد بشق طريق من العشة الى المحطة ، لكن نيلز أجاب متفكرا « إن هذا لغريب حقا ، لقد كنت أعتقد أن المرتفع الجبلى شئ علينا أن نبدأه من أسفله » . أدت هذه الملاحظة الى بعض التعليقات الأخرى . فذكرت من جانبى أن النباس فى أمريكا يقومون أحيانا بما يسمى « بالتسلق العكسى للجبال عند زيارة « الجرانده كانيون » (Grand Canyon) ، فهناك تنقلهم القطارات الى ارتفاع ٢٠٠٠ متر عند حافة مساحة صحراوية حيث تبدأ رحلة الهبوط سيرا الى نهر



« كولورادو » (Colorado-River) ولكن عليهم بعد ذلك أن يصعدوا: مسافة الألفى متر للوصول الى القطارات مرة أخرى . بيد أن هذا يدعى « كانيون » (Canyon) وليس مرتفعا جبليا . استطعنا عن طريق هذه الأحاديث احراز تقدم خلال الساعتين الأولتين . ولكن كان علينا أن نحسب ست أو سبع ساعات لقطع الطريق كله الذى يحتاج فى الأيام العادية الى ساعتين أو ثلاث . ظلمت سائرا فى مقدمة الركب يلينى نيلز ثم كارل فريدريش - الذى تولى عملية اضاءة الطريق - ثم كريستيان ثم فيليكس. وقد كان من السهل علينا اكتشاف أثر الطريق الذى قمنا بشقه فى الصباح . ولكن الجليد كان مرتفعا فى المناطق التى لم تحط بها التلال . لقد كانت الساعة تقترب من العاشرة حين أبلغت رفاقنا بأننا نحتاج الى نصف ساعة أو ساعة للوصول الى البرونشتاين هاوس مررنا بعد ذلك فوق منحدر هاو وبعد لحظات وقع شئ غريب فقد شعرت فجأة وكأننى أعوم لم أعد أستطع التحكم فى حركاتى وأحسست أن هناك خطرا يحيط بى من كل جانب ولم أعد قادرا على التنفس . لحسن الحظ تمكنت من البقاء برأسى فوق كتل الجليد الهاجمة بشدة وتيسر لى فى ثوان التخلص منها بذراعى . أنقيت بالنظر الى الخاف حيث كان الظلام حالكا ولم أستطع رؤية أى من الأصدقاء . ناديت بصوت عال « نيلز » ولكن لم يكن هناك من يجيب ، لقد فزعت لدرجة الموت حين تخيلت أنهم قد دفنوا جميعا تحت الهطيل الجليدى ، بعد أن خلصت معدات الترحلق من الثلج المنهمر اكتشفت بعيدا فوق المنحدر ضوئا خافتا وعليه فقد صحت بصوت مرتفع وجاءتنى على الفور اجابة من كارل فريدريش . عندئذ أصبت بالاغماء نظرا لتوهمى أننى قد هبطت مسافة طويلة مع الهطيل ولكن سرعان ما تأكدت أن كل الأصدقاء لم يصبهم الهطيل وأن المسافة بيننا قصيرة بعض الشيء .

وصلنا الى البرونشتاين هاوس وقررنا عدم المخاطرة فى قطع الطريق الى العشة ، وبالتالي أمضينا ليلتنا الأولى فى البيت وفى الصباح استطعنا شق طريق خلال كتل الثلج المتراكمة تحت سماء قاتمة الزرقة الى عشتنا فوق الآلم : لم نستطع القيام فى هذا اليوم برحلات استكشافية وذلك للتعب الشديد الذى ألم بنا من أثر السير والدعر الذى سببه لنا الهطيل الجليدى .

جلسنا بعد ذلك فوق سطح العشة - بعد أن أخليناها من الجليد - تحت الشمس الساطعة وبدأنا نتحدث حول كل ما هو جديد فى الفيزياء الذرية .

لقد أحضر نيلز معه صورة فوتوغرافية لنظر أخذ داخل غرفة ضباب

في جامعة كاليفورنيا ، التي صارت على التو موضع اهتمامنا وموضوع مناقشائنا الحامية ، كانت الصورة تتناول مشكلة سلط الضوء عليها بول ديراك في العام السابق من خلال بحث له حول النظرية النسبية للاليكترونات ، في هذه النظرية ، التي عضدتها الآن التجارب العملية بطريقة ممتازة ، كان يتحتم - بناء على أسس رياضية - استنتاج أنه يوجد الى جوار الاليكترون سائب الشحنة نوع آخر من الجسيمات موجبة الشحنة . لقد حاول ديراك مطابقة هذا الجسيم الافتراضي مع البروتون (Proton) ، أي نواة ذرة الهيدروجين ، ولكن الفيزيائيين الآخرين لم يكونوا سعداء لهذا ، وذلك لأنه أمكن اثبات أن كتلة الجسيم موجب الشحنة مساوية تماما لكتلة الاليكترون ، بينما البروتون يعتبر أثقل من الاليكترون ألفى مرة . أضف الى ذلك أن الجسيمات الافتراضية لها تصرف مختلف تماما عن المادة العادية . ان كل منها يصطدم باليكترون عادي ويتحول الى اشعاع ، وبالتالي فاننا نشير الى الجسيمات التي تلعب هذا الدور باسم « المادة المضدية » (Antimaterie) . والآن أظهر لنا نيلز صورة أخذت في غرفة ضباب يمكن منها استنتاج وجود مثل هذه « الجسيمات المضدية » Antiteilchen . رأينا في الصورة أثرا لقطرة ماء تكونت خلال جسيم أت من أعلى ، الجسيم ثقب لوحا من الرصاص وترك أثرا على الجانب الآخر منها . لقد كانت غرفة الضباب موضوعة في مجال مغناطيس قوى مما أدى الى انحناء مسار الجسيم وناظرت كثافة قطرات الماء في المسار الكثافة المنتظرة في حالة الاليكترون ، ولكن اتجاه الانحناء أكد أن شحنة الجسيم موجبة ، اذا كان الجسيم قد أتى فعلا من أعلى . ولكن الفرض الأخير قد تأكد لكون الانحناء في نصف الغرفة الذي يعلو اللوح أقل منه في نصفها الذي يقع أسفله ، مما يعنى أن الجسيمات قد فقدت جزءا من سرعتها خلال مرورها في اللوح .

ناقشنا جميعا لوقت طويل مدى حتمية سلسلة الاستنباطات السابقة وكاد واضحا لنا جميعا أننا بصدد نتيجة ذات وقع كبير في علم الذرة . وبعد أن دار حديث طويل حول احتمالات مصادر الخطأ التجريبي « ألت نيلز »

هيزنبرج : « أليس من الغريب حقا أننا في كل هذه المناقشة لم نتحدث مرة واحدة عن نظرية الكم ؟ اننا نتصرف هكذا كما لو كان الجسيم المشحون كهربيا يعتبر شيئا (Ding) مثل قطرة الزيت المشحونة أو « كرات الهولوندرمارك » (١) في الأجهزة العتيقة . اننا نطبق دون

(١) كرات معدنية تستخدم لدراسة توزيع الشحن وقوى الجذب والتنافر في الأجسام ذات الشحنات المختلفة .

حذر مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية كما لو كنا لم نسمع عن حدود هذه المصطلحات وعن علاقات اللاتحديدية ، الا تعتقد أن الخطأ يكمن في هذا » .

**يوهر :** « لا ، بالتأكيد لا . انه ليعتبر جزءا من تكوين أى تجربة عملية ، اننا نستطيع وصف ما نراه بمصطلحات الفيزياء الكلاسيكية ، وفى ذلك أيضا تكمن تناقضات نظرية الكم . ذلك أننا من ناحية نبني القوانين - التى تختلف عن قوانين الفيزياء الكلاسيكية - ومن ناحية أخرى فاننا نستخدم عند موضع المشاهدة ، أى هناك حيث نقيس أو تصور فوتوغرافيا ، المصطلحات الكلاسيكية بدون تدبر . ويتحتم علينا هذا لأننا نعتمد على اللغة فى اخبار الأفراد الآخرين بنتائجنا . ان أى جهاز قياسى يعتبر كذلك فقط عندما نستطيع من خلال النتائج المشاهدة بواسطته الوصول الى استنتاج واضح حول الظاهرة التكرارية المشاهدة وعندما يمكننا فرض علاقة سببية لهذه الظاهرة بطريقة محددة . تماما . ولكن طالما أننا نريد وصف ظاهرة تكرارية ذرية نظريا ، فانه يتحتم علينا فى موضع ما أخذ خطوة بين الظاهرة التكرارية وبين المشاهد أو الجهاز الذى يستخدمه . ان موضع هذه الخطوة يمكن اختياره بطرق مختلفة ولكننا لابد وأن نطبق لغة الفيزياء الكلاسيكية على جانب المشاهدة ، وذلك لأننا لانملك لغة أخرى يمكن التعبير بها عن نتائجنا . ومع أننا نعرف ، الآن أن مصطلحات هذه اللغة ليست دقيقة وأن مجال تطبيقاتها محدود ، الا اننا سنظل معتمدين تماما على هذه اللغة . وفى النهاية فاننا نستطيع بها قطعيا ادراك الظواهر التكرارية ولو بطريقة غير مباشرة » .

**فيليكس :** « أليس لنا أن نتصور ، أنه عندما نفهم نظرية الكم بطريقة أفضل ، فاننا سنستطيع التغاضى عن المصطلحات الكلاسيكية والحديث عن الظواهر الذرية بلغة جديدة مكتسبة ؟ » .

**يوهر :** ان هذه ليست مشكلتنا . فوظيفة العلم الأساسية هى مشاهدة الظواهر التكرارية واخبار الآخرين بنتائجها وذلك كي يتمكنوا من التحكم فيها . وفقط عندما نتفق حول ما يحدث موضوعيا أو ما يتكرر حدوثه دائما يكون لدينا أساس « لفهم » . وكل عملية المشاهدة والاخبار تتم فعلا من خلال مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية . ان غرفة لضباب تعتبر جهازا قياسيا ، وهذا يعنى أننا نستطيع من



هذه الصورة الفوتوغرافية استنتاج أن هناك جسيما ذا شحنة موجبة ؛ له - عدا ذلك - كل خواص الاليكترون ، قد مر خلال الغرفة • وللوصول الى هذا الاستنتاج يتحتم علينا أن نشق في أن الجهاز قد أنشئ بطريقة صحيحة وأنه كان مثبتا تماما فوق المنضدة وكذلك أن آلة التصوير كانت ثابتة وأنه لم يكن من الممكن حدوث انحياز أثناء عملية التصوير وأن العدسات كانت مباورة بطريقة صحيحة ، ... الخ ، وهذا يعنى أننا يجب أن نكون واثقين أن كل الشروط اللازمة - وفقا للفيزياء الكلاسيكية - للحصول على نتائج يمكن الوثوق بها كانت متوفرة • انه ليعتبر جزءا من الفروض الأساسية لعلمنا أننا نستطيع الحديث عن قياساتنا بلغة لها نفس تركيب لغتنا التى نستعملها فى حياتنا اليومية • لقد تعلمنا أن هذه اللغة تعتبر فقط أداة غير كاملة كى نشق طريقنا وكى نتفاهم سويا ، ولكنها هى نفسها تعتبر الفرض الأساسى لعلمنا » •

بينما كنا نجلس فوق سطح العشة نستمتع بالشمس وتبادل أفكارنا الفيزيائية والفلسفية قام كريستيان برحلة استكشافية صغيرة للمنطقة المحيطة بالآلم وأحضر معه بعدها نصف مروحة مهشمة ، يبدو أن أصدقائى قد قاموا ببنائها أثناء اقامتهم السابقة بالعشة وذلك لمعرفة مدى قوة واتجاه الريح أو ربما فقط لأن شكلها كان مثيرا ، بالطبع فقد قررنا على الفور بناء مروحة جديدة أحسن منها : حاولنا نيلز وفيليكس وأنا قطع هيكل مناسب من الخشب المخصص للمطبخ • وبينما شغلنا ، فيليكس وأنا ، فى بناء هيكل مثالى من ناحية الديناميكا الهوائية على شكل رفاص ، فقد ركز نيلز على قطع الجناحين كمستويين مناسبين متعامدين يسهل ضبطهما - من قطعة خشب مربعة الشكل • وفى النهاية ثبت لنا أن رفاصاتنا المثالية لم تكن دقيقة من الناحية الميكانيكية وأنها لم تدر بطريقة حسنة بينما كانت مروحة نيلز متوازنة فى كل التفاصيل • فقد تمت عملية تثقيب العمود المركزى الذى يجب أن تدور حوله العجلة بطريقة محكمة بحيث أننا اعترفنا فى الحال بأن مروحة نيلز هى الأفضل • وفى الواقع فقد دارت مروحته على الفور بسهولة وسرعة ملحوظتين • غير أن نيلز علق على المحاولتين الآخرين قائلا « نعم ، يبدو أن السادة طموحون للغاية » • ولكن فى الحقيقة كان هو الذى يفوقنا طموحا بالنسبة للعمل اليدوى الدقيق وقد كان هذا يتفق تماما مع موقفه من الفيزياء الكلاسيكية قضينا المساء فى لعب البوكر ، وبالرغم من وجود جرافوفون وبعض الاسطوانات القديمة فى العشة ، فقد كانت رغبتنا فى سماع الموسيقى ضئيلة للغاية • تميزت الطريقة التى لعبنا به البوكر بعض.

الشيء عن الطراز المعتاد ، فقد كنا نعلن بصوت عال عن الكروت التي يجب علينا بناء مراهناتنا على أساسها وقد أدى ذلك إلى المغالاة التي تعتمد على مدى ثقتنا في هذه الكروت المعلن عنها . بالطبع فقد كان ذلك مبررا لبوهر للتفلسف حول معنى اللغة .

بوهر : « انه لمن الواضح اننا نستخدم هنا اللغة بطريقة مختلفة عن العلم . وبالطبع فاننا لا نحاول تمثيل الواقع بل اخفائه . ولكن كيف يمكننا اخفاء الواقع ؟ ان اللغة تستطيع تكوين تصورات لدى المستمع تقود تصرفاته وتصبح أقوى من ظنونه التي قد يصل اليها بتفكيره الضئيل . ولكن ترى علام نعلم اذا أردنا انشاء هذه الصور في ذهن المشاهد ؟ بالطبع لا يمكن أن يتوقف هذا على ارتفاع أصواتنا فقط ، مثل ذلك يعتبر شيئا بدائيا ؛ كما أنه لا يعتمد على نوع من التكرار ، كما يفعل الباعة أحيانا ، وذلك لأنه ليس منا من لديه موهبة التكرار ، كما أننا لن نقع تحت تأثيره لو كان أحدنا يمتلكه . ربما تعتمد القدرة على الاقناع بكل بساطة على مدى قدرتنا على تصور مجموعة الكروت التي يوحى كل منا بها للآخرين » .

وجدت أفكار نيلز ما يسند لها في اللعب فقد زعم بشدة ذات مرة أنه يمتلك خمس ورقات من نفس اللون ومن ثم فقد ارتفعت رهاناتنا . ولم تمض لحظات حتى أذعن الجانب الآخر بعد أن تبين له أنه يملك أربع ورقات فقط . وهكذا كسب نيلز كمية كبيرة من الورقات النقدية التي استخدمناها في اللعب . ولكن عندما كشف نيلز أخيرا عن ورقاته ثبت لنا أن الورقات الخمس ليست من نفس النوع واذن فقد فشلت كل مغامراتنا . بعد هذا النجاح تذكرت محاورتنا أثناء الرحلة البحرية وبدأت التفكير في قوة الصور التي أثرت في فكر الإنسان على مر العصور .

اشتدت برودة الجو بسرعة رهيبية في تلك الأمسيات في حقول الجليد المحيطة بعشنتنا ، وقد فقد حتى شرابنا اللاذع من « الجروج » (Grog) كل قوته أمام هذا البرد القارس في مكان سيء التدفئة ، ولذلك فقد تدخل مبكرا بين ثنايا أجولة نومنا التي توجد فوق أجولة القش بالعشة . وعندما خيم الهدوء في المكان بدأت أفكر في صورة غرفة الضباب التي رأيناها ظهر هذا اليوم مع بوهر فوق سطح العشة . هل يمكن أن يكون الاليكترون الموجب - الذي تنبأ به ديراك - موجودا بالفعل ، وإذا كان هذا صحيحا فما هي العواقب اذن ؟ وكلما أعمنت الفكر انتابني احساس بالاثارة كتلك التي تعترينا عندما يتحتم علينا تغيير

أفكارنا فى مواقع أساسية للغاية لقد قمت فى العام السابق لذلك  
يبحث حول تركيب النواة وقد أدى اكتشاف « شادويك » (Chadwich)  
لليوترون الى فكرة أن النويات تتركب من بروتونات ونيوترونات تتلاحم  
عن طريق « قوى شديدة » غير معروفة حتى الآن ، وقد بدا ذلك لنا جميعا  
معقولا للغاية . لكن المشكلة الكبرى تركزت فى القول بأنه لا توجد فى  
النويات جسيمات أخرى ، مثل الاليكترونات ، الى جوار البروتونات  
والنيوترونات . وقد انبرى بعض الأصدقاء فى نقد هذا الاقتراح بالقول :  
« اننا لنستطيع رؤية الاليكترونات تخرج من النواة أثناء تحليل بيتا  
(Beta-Zerfall) للمواد المشعة » . ولكننى كنت قد تصورت أن  
النيوترون عبارة عن تركيبة مشتركة من بروتون واليكترون بحيث  
ان كتلة هذا التكوين ( النيوترون ) تساوى - لأسباب غير معروفة - كتلة  
البروتون . لقد ظهر بعد ذلك أن « القوى الشديدة » المكتشفة والتي  
تحافظ على وجود النواة لا تتغير من الناحية الوضعية بتبديل البروتون  
بالنيوترون أو العكس . وقد أمكن تفسير هذا التماثل (Symmetrie)  
بأن افترضنا أن القوة الشديدة تأتي عن طريق انتقال الاليكترون بين  
الجسيمين الثقيلين بيد أن هذه الصورة تضمنت خطأين اثنين . أولهما  
أنه لم يكن واضحا لنا لماذا لا توجد « قوى شديدة » بين بروتون وآخر  
أو بين نيوترون وآخر . وثانيهما هو أننا لم نفهم لماذا تظهر هاتان القوتان  
وكأنهما متساويتان من الناحية الوضعية بدرجة لانهائية من الدقة أضف  
الى ذلك أنه قد ثبت تجريبيا أن النيوترون يشبه لحد كبير البروتون  
حتى أنه قد بدا غير معقول اعتبار أحدهما جسيما واحد والآخر يتركب  
من جسيمين . ولكن الوضع تغير تماما باكتشاف الاليكترون الموجب ،  
أو ما يسمى « بوزيترون » (Positron) ، الذى تنبأ به ديراك ، وذلك  
لأنه قد أصبح من الممكن اعتبار أن البروتون يتكون من نيوترون وبوزيترون  
ومن ثم أمكن تفسير التماثل بين البروتون والنيوترون بكل دقة . ولكن  
هل هناك مغزى على الاطلاق للقول بأنه توجد اليكترونات أو بوزيترونات  
داخل النواة ؟ ألا يمكن أن تتكون هذه الجسيمات من الطاقة كما هو فى  
الحالة العكسية وفقا لنظرية ديراك حيث يتحد اليكترون وبوزيترون  
سويا ويتحولان الى طاقة اشعاعية ؟ . وإذا كانت الطاقة تتحول الى أزواج  
من اليكترون والبوزيترون وبالعكس ، فهل يمكن على الاطلاق السؤال عن  
عدد الجسيمات التى تتكون منها نواة ما ؟

لقد كنا نعتقد حتى ذلك الحين فى التصور القديم «لديموقريط» (١)

(١) مفكر اغريقى ولد عام ٤٦٠ قبل الميلاد .



(Demokrit) الذي يقول انه « في البدء كان الجسيم » ، والذي يفترض أن المادة المادية تتكون من وحدات صغيرة ؛ وكلما فتتنا المادة صغرت هذه الوحدات الى أن نصل الى وحدات غير قابلة للتفتيت أو ما أطلق عليه ديموقريط اسم الذرات والتي أطلقنا عليها - بعد أن تحققنا من أن الذرات تتكون من جسيمات أصغر - اسم « الجسيمات الأولية (Elementarteilchen) » مثل « بروتون » ، و « اليكترون » ، ولكن ربما كانت كل هذه الفلسفة خاطئة ، وربما لا توجد مكونات صغرى لا يمكن تفتيتها ، أى ربما تكون عملية التفتيت ممكنة باستمرار وفي النهاية لم تعد هناك جسيمات بل أصبحنا نحول الطاقة الى مادة وأصبحت المكونات تنقسم الى ما هو أكبر منها . واذن ما الذى كان فى البدء ؟ أهو قانون طبيعى ؟ أم علاقات رياضية ؟ ، أم تماثل ؟ . نعم « فى البدء كان التماثل » . لقد بدت لى كل هذه الأفكار مطابقة لفلسفة أفلاطون فى « تيمايوس » (Timaios) ، وهكذا عادت الى ذاكرتى تلك القراءة التى قمت بها فوق سطح مقر الحقبة العلمية للرهبان فى ميونخ سنة ١٩١٩ .

إذا كان الجسيم الذى ظهر فى صورة غرفة الضباب هو حقا البوزيترون الذى تنبأ به ديراك ، فانه بذلك يكون قد اكتشف أرضا جديدة أخرى ، ولعلنا نرى قريبا - ولو بطريقة غير واضحة - الخط الذى يجب علينا أن نقطعه فوق هذه الأرض . فى النهاية استغرقت - بالرغم من كل هذه الارهاصات - فى نوم عميق . فى الصباح التالى كانت السماء صافية مثل اليوم السابق فقمنا بتجهيز معدات التزحلق على الجليد بعد الإفطار مباشرة ورحلنا عن طريق «الهيميلموز - آلم» (Himmelmoos-Alm) الى البحيرة الصغيرة عند « الزيون - آلم » (Seon-Alm) ، ومن هناك خلال ممر جبلى فى « تالكيسيل » (Talkessel) خلف « الترايتين » Traithen الكبير ، ثم بالعكس الى قمة الجبل الذى تقع عليه عشتنا . فوق التل المؤدى من القمة الى جهة الشرق أصبحنا فجأة شاهدي عيان لظاهرة ميتروولوجية وضوئية غريبة . لقد نفخت الرياح الخفيفة الشمالية بسحابة بخارية رقيقة الى أعلى المنحدر فوصلت الى فوق التل وتلألأت بأشعة الشمس الساطعة ، لقد رأينا ظلنا واضحا فوق السحابة ورأينا ظلال رؤوسنا محاطة بالنور البراق وكأنها كللت بحلقات ضوئية . أخبرنى نيلز - الذى فرح كثيرا لرؤية هذه الظاهرة الغريبة - على الثو أنه قد سمع قبل ذلك عن هذه الظاهرة الضوئية . وهنا قيل ان النور البراق الذى رأيناه كان المثل الأعلى للرسم القديم الذى صور رموس القديسين محاطة بالدوائر الضوئية المقدسة . وعندئذ علق نيلز وهو يرمش بعينيه

« ربما كان ذلك هو السبب في أننا نرى الآن الضوء محاطا بظلال رهوسنا » .  
أدت هذه الملاحظة بالطبع الى كثير من الصخب والتعبيرات الناقدة  
الساخرة . ولكننا كنا نرغب في العودة سريعا الى العشة ولذلك بدأنا  
نتسابق في النزول من المرتفع الجبلى . وبينما كنا فيليكس وأنا في مقدمة  
السباق واجهتنا لسوء الحظ كميات كبيرة من الهطيل الجليدى ولكننا  
تمكنا من البقاء فوق السطح والوصول الى عشتنا - بعد وقت طويل -  
سالمين .

كان واجبى هو طهى طعام الغذاء ، ولذلك فقد توجهت فورا الى  
المطبخ ثم جاء نيلز الذى بدت عليه آثار الارهاق الشديد ، بينما قرر  
الآخرون الاسترخاء فوق سطح العشة تحت أشعة الشمس الدافئة ، بعد  
لحظات اقتنصت الفرصة لاستطراد الحديث الذى بدأناه فوق التل .

« هيزنبرج : » لقد كان تفسيرك للضوء المقدس جميلا حقا ، واننى مستعد  
لتقبله على الأقل كجزء من الحقيقة . ولكننى لست سعيدا لسبب  
آخر ، وهو أننى قد زعمت شيئا مختلفا فى خطابات متبادلة بينى  
وبين أحد الايجابيين (Positivisten) المتحمسين فى مدرسة فيينا  
(Wien) . لقد كنت غاضبا لأن الايجابيين يتصرفون وكأن لكل كلمة  
معنى محددا جدا لاستعمالها . فأشرت له فى أحد هذه الخطابات  
الى أننا نفهم عندما نقول « لقد أضاءت الحجرة عندما دخلها فلان  
أن اللوح الحساس لن يسجل زيادة فى شدة الاضاءة بالحجرة  
عندما يدخلها » ولكننى دافعت من أجل المعنى الفيزيائى لكلمة  
« مضى » ففى هذه الحالة يغنى معناها الذاتى بينما فى الحالة  
الأولى استخدمناها كنوع من التشبيه . واننى لأعتقد أن تجربة  
كهذه أدت على نحو ما الى اكتشاف الضوء المقدس » .

« بوهر : » بالطبع فاننى أجزم أيضا بهذا التفسير ، وأعتقد أننا متفقون  
أكثر مما تفكر . قطعا ان اللغة لها تلك الصفة المميزة الهائلة .  
واننا لانعرف بالضبط ما تعنيه كلمة معينة ، كما أن أهمية ما تقوله  
تعتمد على الصلة بين الكلمات فى الجملة وعلى الموقف الذى قيلت  
الجملة بسببه وأيضا على عدد لا ينتهى من الظروف الجانبية التى  
لانسطيع احصاءها .

لو أنك قرأت ما كتبه الفيلسوف الأمريكى « وليم جيمس (١) »  
(William James) لوجدت أنه قد وصف هذا الموضوع بطريقة دقيقة

---

(١) ( ١٨٤٢/١/١١ - ١٩١٠/٨/٢٦ ) .

ودائعة • انه يبين انه لدى كل كلمة نسمعها يتكون معنى هام لها في الجزء المضى لوعينا ولكن الى جوار ذلك تظهر في الجزء المعتم معان أخرى وأن هناك يتم التطرق الى اتصالات مع مصطلحات أخرى ويمتد تأثيرها الى أعماق اللاشعور • ان هذا تماما هو ما يتم في اللغة العادية وهو يتجلى بصورة واضحة في لغة الشعراء ، وهو أيضا يعتبر صحيحا - لدرجة معينة - في لغة العلم • لقد علمتنا الطبيعة في الفيزياء الذرية مثلا كيف أن مجال تطبيق المصطلحات - التي بدت قبل ذلك محددة تماما بلا مشاكا - يعتبر محدودا للغاية • ولنفكر مثلا هنا في مصطلحات « كالموضع » و « السرعة » •

ولكن اكتشاف « أرسطو (١) » (Aristoteles) واليونانيين القدماء ، أننا نستطيع جعل اللغة مثالية ومحددة لدرجة كبيرة بحيث يمكننا الوصول الى سلسلة من الاستنتاجات المنطقية - كان اكتشافا رائعا •

بيد أن مثل هذه اللغة المحددة تعتبر أضيق كثيرا من اللغة العادية ، ومع ذلك فان قيمتها غير محدودة بالنسبة للعلم •

ان ممثلي مبدأ الايجابية كانوا مخقن عندما ركزوا على قيمة مثل هذه اللغة وعندما حذروا بكل حزم من الخطر الناجم عندما تصبح اللغة عديمة المضمون وعندما نترك مجال التعبير المنطقي الحاد لها • ولكنهم ربما لم يروا أننا في العلم نقرب من هذه المثالية ولكننا لا نستطيع مؤكدا الوصول اليها • وذلك لأن اللغة التي نصف بها تجاربنا العلمية تتضمن مصطلحات لا نستطيع تحديد مجالات استعمالها بكل دقة • بالطبع يمكننا القول بأن النسق الرياضي الذي تصور به الطبيعة كفيزيائيين يصل الى هذه الدرجة من الوضوح والحدة المنطقية ولكن المشكلة الكبرى تظهر عندما نقارن هذا النسق الرياضي بالطبيعة ذاتها • وذلك لأننا في لحظة ما لابد وأن ننتقل من اللغة الرياضية الى اللغة العادية ، اذا أردنا الحديث عن الطبيعة • وهذا بالطبع هو واجب العلم •

هيزنبرج : « ان نقد الايجابيين موجه قبل كل شيء ضد ما يسمى « بالفلسفة المدرسية » (Schulphilosophie) وهنا بالدرجة الأولى ضد علاقة « ما وراء الطبيعة » (Metaphysik) بالقضايا الدينية • انهم يقولون بأن الحديث في هذا الميدان يتعلق بمشاكل زائفة ويمكن اثبات أن هذه المشاكل ليست موجودة اذا حللناها

(٢) ولد في عام ٣٨٤ قبل الميلاد •



لغويا بطريقة صحيحة . فما هو رأيك فى مدى صحة هذا:  
النقد ؟ » .

**موهر :** « بالتأكيد أن مثل هذا النقد يتضمن قدرا كبيرا من الحقيقة ويمكننا أن نتعلم منه الكثير . ان اعتراضى ضد مبدأ الايجابية لا يرجع الى اننى أقل رغبة فى هذا الموضوع ولكن - على العكس - لأننى متخوف من أن المحال فى العلم لا يعتبر أفضل كثيرا من الناحية الجوهرية ، وللتعبير عن ذلك بدقة دعنى أقول : فى الدين يتغاضى الانسان منذ البدء عن اعطاء معان واضحة للكلمات ، بينما الانسان فى العلم ينطلق من الأمل - أو من الخيال - بأنه فى يوم من الأيام سيصبح ممكننا اعطاء الكلمات معانى محددة واضحة . ولكن دعنى أكرر أننا يمكننا تعلم الكثير من الايجابيين . مثلا فاننى لا أدرى ما هو المقصود عندما نتحدث عن « مغزى الحياة » (Sinn des Lebens) ان كلمة « مغزى Sinn » تقيم علاقة بين الشيء المقصود مغزاه و شيء آخر مثل « النية » (Absicht) أو « التصور » (Vorstellung) ، أو « الخطة » Plan . ولكننا نقصد الحياة فى الجملة السابقة بمعناها الكلى ، أى العالم الذى نعيشه ، وهنا لا يوجد شيء آخر نستطيع أن نربط أنفسنا به » .

**هيزنبرج :** « ولكننا نعرف ما الذى نقصده عندما نتحدث عن مغزى الحياة . بالطبع فان هذا المغزى يعتمد علينا نحن . اننا نشير بهذا الى هيكل حياتنا ذاتها الذى نرتبط به مع العلاقة الكبرى ، ربما كان هذا الهيكل عبارة عن صورة فقط ، أو حتى رسم تخطيطى أو اطمئنان لشيء معين ، ولكنه على كل حال شيء نستطيع فهمه جيدا » .

**بوهر :** « لا ، ان مغزى الحياة يكمن فى أنه ليس هناك مغزى لقول أن الحياة بلا مغزى ، وبالتالي فلا يوجد منطلق ثابت للوصول الى المعرفة هنا » .

**هيزنبرج :** « ولكن ألسنت بهذا تعتبر جائرا على اللغة ؟ انك تعرف أن مصطلح « تاو (Tao) » قد احتل المركز الأول فى الفلسفة عند الصينيين القدماء ، وكلمة تاو تترجم دائما بكلمة « مغزى » ولكن الحكماء الصينيين لم يعترضوا ضد الربط بين كلمتى « تاو » و « الحياة » .

**بوهر :** « عندما تستعمل كلمة « مغزى » بصورة عامة هكذا ، فان الموقف

يصبح مختلفا ، كما أن كلا منا لا يستطيع بالتأكيد الجزم بما تعنيه كلمة « تاو » في الواقع . ولكن إذا كنا بصدد الحديث عن الفلاسفة الصينيين ، فأننى أتذكر خرافة قديمة . تدور حول ثلاثة فلاسفة يجربون جرعة من الخل – وربما يجب على أن أذكر هنا أن الخل باللغة الصينية يسمى « ماء الحياة » .

لقد قال الفيلسوف الأول « انه لاذع » ، وقال الثانى « انه مر » . أما الفيلسوف الثالث – وهو « لاو – تس (١) » (Lao-tse) – فقد صاح قائلا « انه مجدد للحياة » .

عندئذ جاء كارل فريدريش الى المطبخ وسأل عما اذا كنت قد انتهيت من اعداد الطعام ولحسن الحظ استطعت الرد عليه بالإيجاب وسألته أن يدعو الآخرين وأن يقوموا بإحضار الصحون والأدوات الأخرى وعندئذ سيمكننا تناول الطعام على الفور . جلسنا جميعا حول المائدة وتأكد لي أن المثل القديم « الجوع هو الطباخ الأمثل » مازال سارى المفعول . بعد الأكل قمنا بتوزيع الواجبات حيث كان على نيلز غسل الصحون وعلى تنظيف الموقد وعلى الآخرين جمع الحطب وتنظيم المكان ، لقد لاحظ نيلز أن العناية الصحية فى المطبخ كانت ضئيلة للغاية وعندئذ تهكم قائلا : « ان عملية غسل الصحون لتشبه اللغة تماما – ان لدينا ماء غير نظيف ومناشف غير نظيفة ومع ذلك فقد نجحنا فى تنظيف الصحون والأكواب . بالمثل فان لدينا فى اللغة مصطلحات غير واضحة ومنطقا مبهما ذا تطبيقات محدودة ومع ذلك فاننا نستطيع باستخدامها الوصول الى فهم الطبيعة » .

أصبح الجو غير مستقر فى الأيام التالية التى قمنا فيها بمشروعات مختلفة منها الصعود الى « ترانزيوخ » (Transjoch) والتمارين على التزحلق على الجليد فوق « الاونتربرجر – آلم » (Unterberger-Alm) وقد عدنا مرة أخرى الى الحديث حول اللغة عندما حاولنا ، كارل فريدريش وأنا ، فى أحد العصارى التربص لتصوير قطيع من العنزات الألبية كان يبهث عن الطعام فى المنحدر الهاوى « للترايتين » ، ولكن محاولتنا باءت.

---

(١) هو أحد الحكماء الصينيين الذين اختلف الناس فى حقيقة وجودهم . وينتسب اليه هذا التأويل الذى مثل فيه هذا الحكيم كشخصية خرافية ولدت من شعاع ضوئى ، وحملته أمه لمدة ٧٢ سنة ثم ولدته تحت شجرة برقوق وأن شعره كان أبيض أثناء ولادته كما أنه استطاع الحديث على الفور وقد اتخذ اسم الشجرة لقبا لعائلته وقام بكتابة كتاب يتكون من ٥٠٠٠ كلمة . ويخمن الناس من هذا الكتاب أنه قد كتب حوالى ٣٠٠ سنة قبل الميلاد .

بالفشل . لقد تعجبنا لغريزة الحيوانات التي تمكنها من الشعور بأقل إشارة تنم عن وجود انسان ، مثل أثر فوق الجليد ، أو انحناء في الأغصان أو حتى شهقة في الجو ، واعتبار ذلك مصدرا للخطر ومن ثم اختيار أقصر طريق للهرب . لقد كان ذلك مدعاة لنيلز كي يتأمل الفرق بين الادراك والغريزة :

يوهر : « ربما كان نجاح العنزات في الهرب يرجع الى أنها لا تستطيع التفكير أو الكلام ، كما يفعل الانسان ، أى لان كل تكوينها العضوى موجه لتوفير الأمان ضد الهجمات في المناطق الجبلية . ان أى نوع من الحيوانات تتطور فيه - بناء على عملية الانتقاء - مجموعة محددة من القدرات الجسمية حتى الكمال يستطيع بها اجتياز صراع الحياة ، وإذا تغيرت الظروف الخارجية يشده فجأة فإنه لا يستطيع التلاؤم معها وعليه فهو يتقرض ويتلاشى . فلو اعتبرنا عالم الأسماك مثلاً ، فأننا نلاحظ أن منها من يصدر صيقات كهربية لتحذير أعدائه ومنها من له جلد يشبه تماماً المنطقة المحيطة به في قاع البحر وذلك كي لا يتمكن أعداؤه من التمييز بينه وبين الأعشاب والرمال هناك . غير أن الحال في الانسان يختلف تماماً . ان نظامه العصبى الذى يعطيه القدرة على التفكير والكلام هو العضو الذى يمكنه من ادراك عدد من الأحداث في الزمان والمكان يفوق كثيراً ما يدركه الحيوان . انه يستطيع أن يتذكر ما الذى كان ، ويستطيع التنبؤ بما هو محتمل الحدوث . كما أنه يستطيع تصور ما يمكن أن يقع في مكان بعيد عنه ويستطيع الاستفادة من خبرات الآخرين . ومن ثم فالانسان يعتبر أكثر مرونة وقدرة على التأقلم من الحيوان ، ويمكننا بهذا الصدد استخدام مصطلح « التخصص من أجل المرونة » أو « التأقلم » . بيد أنه يتحتم من خلال هذا التطور الأفضل في التفكير والكلام ، أو عموماً : من خلال غزارة الوعي (Intlekt) ، أن تقل القدرة على التصرف الغريزى الملائم للغرض .

ومن ثم فإن الانسان يعتبر أقل بكثير من الحيوان في مواضع كثيرة . فهو لا يملك القدرة الفائقة على الاحساس بالجو ولا يستطيع بثقة كاملة الصعود والهبوط فوق المرتفعات الجليدية كما تفعل العنزات الألبية . ولكنه يستطيع تعويض هذا النقص من خلال القدرة على التحليق في مجال زمانى ومكانى أكبر . ان تكوين اللغة هو الخطوة الحاسمة في هذا الاتجاه ، وذلك لأن الكلام - وبطريقة غير مباشرة التفكير أيضاً - هو القدرة التي تتميز عن القدرات الجسمية الأخرى



بأنها لا تنمو في الإنسان الفرد ولكن بين الأفراد جميعا . اننا نتعلم الكلام فقط من أناس آخرين . ان اللغة هي الشبكة المنتشرة بين البشر ونحن معلقون بأفكارنا واحتمالات معارفنا في هذه الشبكة » .

**هيزنبرج :** « عندما نستمع لما يقوله الايجابيون أو المنطقيون حول اللغة فاننا نحصل على الانطباع أنه يمكن اعتبار وتحليل أشكال واحتمالات التعبيرات اللغوية باستقلال تام عن عملية الانتقاء وعن الأحداث البيولوجية الماضية . ولكن اذا قارنا بين الادراك والغريزة ، كما فعلت أنت ، فاننا نستطيع تصور أن أشكالا مختلفة تماما من الادراك واللغة قد تكونت في الأماكن المختلفة من العالم . وفي الواقع فان قواعد النحو للغات المختلفة تعتبر مختلفة كلية . وربما يؤدي الاختلاف في النحو الى اختلاف في المنطق أيضا » .

**بوهر :** « بالطبع يمكن أن توجد بذلك أشكال مختلفة للغات والتفكير ، تماما كما توجد أجناس مختلفة أو أنواع مختلفة من التركيب الانساني . ولكن كما أن كل هذه التركيبات قد شيدت وفقا لنفس القانون الطبيعي ولحد كبير بنفس الروابط الكيميائية ، فان الاحتمالات المختلفة للمنطق لا بد وأن تخضع لأشكال أساسية لا تتكون بفعل الإنسان وتنتمي الى الحقيقة باستقلال تام عنا . هذه الأشكال تلعب بعد ذلك دورا هاما في عملية الانتقاء التي تنمي اللغة ولكنها لا تتكون مثلا من خلال هذه العملية بعينها » .

**كاول :** « لنعد مرة أخرى الى الفرق بين العنزات الالبية وبيننا ، لقد بدا لي - من حديثك قبل ذلك - وكأنك ترى أن الادراك والغريزة يلغى كل منهما الآخر . هل تعنى أن عملية الانتقاء تؤدي الى نمو واحدة من هاتين القدرتين الى الكمال التام وأنه لا يمكن توقع نمو كلاهما في نفس الوقت ؟ أو هل تفكر في علاقة فعلية وفقا لمبدأ التكميلية ، بحيث ان أحد الاحتمالين يلغى الآخر تماما ؟ » .

**جوهو :** « اننى أعنى فقط أن الطريقتين المحتملتين لاستمرار الوجود في هذا العالم تختلفان جذريا . ولكن بالطبع فان كثيرا من تصرفاتنا ما زالت تتم وفقا لغريزتنا . ودعنى أسوق هنا المثل الآتى :

اننا عندما نريد الحكم على انسان معين ، نحاول دائما تخمين مدى ذكائه ومدى قدرتنا على الحديث معه من خلال منظره الخارجى

أو علامات وجهه • وهنا لا تلعب خبرتنا فقط دورا هاما بل وغريزتنا أيضا •

أثناء هذا الحديث كان بعضنا يهتم بترتيب العشة ، ولأننا تذكرنا أنه بعد أيام قليلة ستنتهى أجازتنا فقد قام نيلز بحلاقة ذقنه •

لقد كان يشبه الى هذه اللحظة قاطعي الأخشاب النرويجيين العجائز الذى قضى أربعة أسابيع فى الغابات بدون أى وسيلة للتحضر • نظر نيلز الى المرأة متعجبا كيف أنه قد تحول من خلال الحلاقة الى أستاذ للفيزياء مرة أخرى ، ثم قال • « هل تعتقد أن القطة ستبدو ذكية اذا حلقت ذقنها ؟ » •

فى المساء قمنا مرة أخرى بلعب البوكر حيث كانت المزايدة فى المراهنة بالأوراق المزعومة شيئا هاما وهسليا • وهنا اقترح نيلز التقاضى عن الكروت تماما ، حتى يتمكن كل من فيليكس وكريستيان من الكسب ، بعد أن قمنا بهذه المحاولة بدت اللعبة غير مسلية وهنا علق نيلز قائلا :

بوهر : « ان هذا الاقتراح كان مبالغا فى تقدير دور اللغة ، وذلك لأن اللغة تعتمد على علاقتها بالواقع • فى البوكر المعتاد توجد فوق المنضدة بعض الكروت ، ولذلك تستخدم اللغة لاستكمال هذا الجزء الحقيقى من الصورة بأكبر قدر ممكن من التفاؤل فوق الاقناع • ولكن عندما ننطلق من اللاواقع فأننا لا نستطيع ايعاز الآخرين بطريقة مقنعة •

عند انتهاء الأجازة رحلنا بامتعتنا مستخدمين أقصر طريق. للهبوط. من الناحية الغربية للعشة الى الوادى بين « باير يشتسيل » (Bayrischzell) و « لاندل » (Landl) • لقد كان يوما مشمسنا دافئا وقد تفتحت عند السفح الخالى من الجليد زهيرات الليمبر (Leberblumchen) بين الأشجار وامتلات الحقول بأزهار الربيع الصفراء • وقد استخدمنا فى الانتقال بامتعتنا الثقيلة حنطورا قديما يعمل عليه حمال نمسن •

مرة أخرى كنا قد نسينا أننا عائدون الى عالم مليء بالأحداث السياسية المحزنة • لقد كانت السماء صاخبة مثل وجوه كارل فريدريش وكريستيان اللذين ركبا معنا فوق العربة ، وهكذا انطلقنا خلال الربيع البافارى الرائع •

## ١٢ - الثورة والحياة الجامعية

( ١٩٣٣ )

عند عودتي في بداية الفصل الدراسي الصيفي لسنة ١٩٣٣ الى  
معهدى في ليبزيغ كانت معركة الهدم حامية الوطيس . فقد ترك كثيرون  
من المشتركين في حلقتى العلمية المانيا وأعدت الحفنة الباقية نفسها  
للمهرب . حتى معاونى الممتاز فيليكس بلوخ قرر الهجرة ، وبالطبع فقد  
بدأت أسأل نفسى ما اذا كان وجودى فى ألمانيا يمكن أن يكون له فائدة  
بالمرة . من بين كل المحاورات التى أجريتها فى هذا الوقت الملىء بالتفكير  
المعذب المؤلم حول ماهية الحل الصحيح ، ما زالت هناك محاورتان تطفوان  
فوق بحر ذكرياتى اللتين كانتا لهما أثر قوى فى اتخاذ قرارى . دارت  
المحاورة الأولى مع طالب نازى كان يزور محاضراتى والأخرى مع ماكس  
بلاذك .

كنت أسكن فى ذلك الحين فى شقة فى الدور العلوى بالمعهد أهم  
قطع أثائها هو ذلك البيانو الذى اشتريته من شركة بلوتز فى ليبزيغ  
منذ اللحظة التى انتقلت فيها الى هذه المدينة والذى صار أنيسى فى معظم  
الأمسيات التى قضيتها وحيدا أو مع أصدقائى فى اتحاد الموسيقيين .  
كنت قد شرعت - الى جوار عملى - فى تلقى دروس لدى عازف البيانو  
« هانس بيلتس » (Hans Beltz) فى المدرسة العليا للموسيقى



وقد تطلب ذلك منى استغلال كل أوقات الفراغ - خصوصا فسحة الظهر - للتمرين على العزف والقيام فى نهاية الأسبوع بعزف « كونسرتو مقام - سه » لشومان (١) .

فى أحد العصارى نزلت من شقتى بعد التمرين متجها الى المعهد. ولاحظت أن هناك طالبا يجلس فوق عتبة الشباك فى الممر ، كنت قد رأيتة. فى محاضرتى يرتدى أحيانا ثيابه البنية (٢) . هبط الطالب من مكانه ووقف أمامى حائرا بعض الشيء ثم حيانى بتردد شديد . سألتة ما إذا كان يرغب فى مقابلتى ولكنه أجاب على الفور بالنفى ثم استطرد أنه كان يستمع فقط للموسيقى . بعد مرور لحظات أخرى من التردد أحسست أنه قد تشجع وقرر أنه ربما يكون من المستحسن الحديث معى . دعوته بعد ذلك الى حجرتى وما أن جلس على كرسيه حتى بدأ يفرغ ما فى جعبته .

**الطالب :** « اننى أزور محاضراتك وأعرف اننى بذلك أتعلم شيئا مفيدا ، وعدا هذا فإنه لا توجد رابطة بيننا . لقد كنت أجلس مرات عديدة للاستماع الى عزفك للموسيقى ، حيث لا أستطيع الاستمتاع بها فى مكان آخر . اننى أعرف أيضا أنك كنت منتميا الى حركة الشبيبة التى كنت أنتمى اليها أيضا . ولكنك لا تأتى أبدا لزيارة حفلاتنا الطلابية ، سواء أكانت منظمة بواسطة الطلبة الاشتراكيين القوميين (national sozialistische Studenten) أم شباب هتلر (Hitler jugend) أم بواسطة دوائر أخرى . وأنا شخصيا أتمنى - بوصفى قائد الجماعة من شباب هتلر - أن أراك بيننا . ولكنك تتصرف كما لو كنت تنتمى الى الدائرة العتيقة من شيوخ الأساتذة المحافظين الذين يعيشون فقط فى عالم الأمس والذين ينظرون الى ، ألمانيا الحديثة التى تنشأ اليوم وكأنها شيء غريب كرية للغاية . ولكنى لا أكاد أتصور أن رجلا شابا مثلك محبا للموسيقى بهذا القدر يمكنه أن يقف متجههم الوجه أمام شبابنا الذى يتصدى لعملية بناء ألمانيا اليوم والذى يأمل فى استكمال بنائها فى الغد ، اننا نحتاج الى كل من هو أكثر منا خبرة لمساعدتنا فى البناء . وربما أنك تحس بالأسى لأن ثمة أحداثا كريهة تتوالى كل يوم ولأنه يتم تعقب أناس بريئين بل وطرد الكثيرين الى خارج ألمانيا . ولكن لتثق فى اننى أعتبر مثل هذا الظلم عملا سيئا ، مثلك تماما ، واننى متأكد أنه لا يوجد صديق واحد لى يشترك فى .

(١) Robert Schumman موسيقار المانى ( ١٨١٠/٦/٨ - ١٨٥٦/٧/٢٩ ) .

(٢) الثياب البنية كانت رمزا للحركة النازية .

إيقاع هذا الظلم ، ربما لا يستطيع الانسان فى أى ثورة كبرى  
تحاشى وقوع بعض التجاوزات فى الشرارة الأولى لها وانضمام  
الكثيرين من المرضى بعقدة النقص اليها فى اللحظة التى تحقق فيها  
أول نجاح لها . ولكن علينا أن نأمل أن يتم كشفهم وعزلهم بعد  
فترة قصيرة . من أجل ذلك فاننا نحتاج بشدة الى مشاركة كل من  
يريد البناء على الطريق الصحيح وكل من يستطيع أن يحضر معه  
الكثير من الأفكار التى كانت منتشرة وحية فى حركة الشيبيبة .

**هينريرج :** « اذا كان الموقف يتعلق بالطلبة الشبان فربما قررت الانضمام  
اليكم وحاولت من خلال الخطب والعمل المشترك المساهمة فى  
سيادة رأى الأفضل فعلا . ولكن الآن قد تحركت كتل كبيرة من  
الشعب بحيث ان آراء حفنة من الطلبة والأساتذة لم تعد مهمة بهذا  
القدر . حتى قادة الثورة استطاعوا تأمين أنفسهم عن طريق احتقار  
ما يسمى بالمشقفين ضد أن يأخذ الشعب الانذار بالتعقل - الذى  
قد ينبعث من طوائف مختلفة - مأخذا جادا . واذن فانه من المحتم  
على الآن أن أسألك بالعكس من أين تعرف أنك تبني ألمانيا جديدة ؟  
اننى بالقطع لا أستطيع منذ البدء تنفيذ حقيقة أن لديك نية حسنة  
فى القيام بذلك . ولكننى أعرف بالتأكيد أن ألمانيا القديمة قد  
تخطمت تماما وأن أنواعا كثيرة من الظلم قد وقعت ، وكل ما عدا  
ذلك فهو يعتبر حلما بحثنا واذن فاذا حاولتم أن تغيروا وتحسنوا  
هناك فقط حيث سادت الأوضاع الشائنة فاننى لا أرى مانعا  
شخصيا فى هذا ، ولكن ما يحدث بالفعل هو شيء مختلف تماما .  
لابد لك أن تفهم أننى لا أستطيع تقديم أى مساعدة حيث يتم تحطيم  
ألمانيا ، ان هذا بالقطع شيء واضح جدا . »

**الطالب :** « لا ، انك تظلمنا الآن فعلا . وأنت بالقطع لا ترى أن تزعم  
بأن مجرد التحسينات الطفيفة يمكن أن تؤدى بنا الى أى شيء .  
لقد ازداد سوء الأوضاع هنا منذ الحرب الأخيرة من عام الى آخر .  
إن حقيقة أننا قد خسرنا الحرب وأن الآخرين أكثر منا قوة تعتبر  
واضحة لنا جميعا وهى تعنى أننا لابد وأن نتعلم من ذلك شيئا  
جديدا . ولكن ما الذى حدث منذ ذلك ؟ لقد تم انشاء العلب الليلية  
والكباريهات وتم الاستهزاء من كل الذين يشقون ويجاهدون .  
ويقدمون التضحيات . ما هو الداعى لهذا السخف ؟ فلتروخوا عن  
أنفسكم ، لقد خسرتم الحرب ، هنا توجد الكحليات والفتيات  
الحسناوات . وفى الاقتصاد ! لقد تعدى الفساد هناك كل  
حدود يمكن تصورها . وعندما ساءت الأحوال النقدية للحكومة -

سواء لالتزامها بتسديد التعويضات أم لا ، الناس قد أصبحوا فقراء ولم تعد لديهم القدرة على دفع مزيد من الضرائب - قامت الحكومة بكل سهولة بطبع مزيد من الأوراق المالية . ولم لا ؟ عندما خدع كثير من الشيوخ والضعفاء في كل ممتلكاتهم وكتب عليهم الجوع ، لم يكن ذلك مهما لأحد . لقد كان لدى الحكومة نقد كاف وصار الأغنياء أكثر غنى والفقراء أشد فقرا . وانه لابد لك وأن تعترف أن كثيرا من اليهود كانوا أطرافا في فضائح الفساد الكبرى الأخيرة » .

**هينزبرج :** « ولذلك فانك تستنتج أنه سينبغي علينا النظر الى اليهود بطريقة معينة ، ومعاملتهم بطريقة مخزيه وطرده لفيث من الناس الممتازين الى خارج ألمانيا ؟ لماذا لا تدع هذا الأمر للمحاكم التي تعاقب الذين اقترفوا اثما ما بصرف النظر عن معتقداتهم وأجناسهم ؟ » .

**الطالب :** « لأن ذلك لا يحدث . لقد صار العدل منذ زمن بعيد عدلا سياسيا ينبغي فقط تخليد أحوال الامس المتعفنة ويحمي الطبقة الحاكمة فحسب دون أن يعنى برخاء الشعب كله . فلتنظر من حولك ، كيف أصبحت الاحكام سمحة حتى في أشد فضائح الفساد تعفنا . ان شبح التحلل ظهر واضحا في اماكن كثيرة اخرى . وفي المعارض الفنية الحديثة صار الانتاج الرخيص والنشوة الروحية المرنبكة مصدرا للتفاخر والمغالة وحتى اذا لم يجد الانسان البسيط أى شعور نحوه قيل له « انك لن تستطيع أن تفهم هذا ، وذلك لانك أكثر غباء مما هو مطلوب » . وهل عنيت الدولة بالناس الفقراء ؟ هناك يزعم البعض بأنه يوجد أثاث شعبي ، وأن الدولة تعنى بأن أحدا لن يموت جوعا . ولكن هل يكفى اعطاء الفقراء مزيدا من النقود حتى لا يموتون جوعا وهل هذا سبب لكي لا يعتنى بهم بعد ذلك ؟ ان عليك أن تعترف أننا نقوم بمعالجة ذلك بطريقة أفضل - اننا نجلس مع العمال ونقوم بالتدريب معهم في جماعات الهجوم (SA-SA-Sturm) اننا نجتمع المواد الغذائية والأصواف للفقراء ، كما أننا نقوم بالمارشات العسكرية مع العمال ونشعر أنهم سعداء عندما نشاركهم حياتهم . ان هذا بالقطع يعتبر تحسينا . في السنوات الأربعة عشر السابقة عمل كل انسان هنا من أجل نفسه فقط . لقد كان المهم فقط هو أن يرتدى كل انسان الملابس الأفخم من جاره وأن يؤثث مسكنه



بطريقة أحسن منه بحيث ان ذلك أصبح مقياسا لأنه أفضل من الآخرين . وأعضاء البرلمان لم يكن تفكيرهم ينصب على شيء سوى الحصول على أكبر امتياز مادي لأحزابهم الخاصة . كل فرد اتهم الآخر بالجشع المادي من أجل أن يزيد ثراءه الشخصي بكمية أكبر ، ولم يفكر أحد في الرخاء العام بالمرّة . وان لم يتفق انسان مع هذا التسبب فانه يضرب أو يقذف بجرات الحبر . لقد انقضى الآن كل ذلك . وهذا لا يعتبر من سوء الحظ » .

هينريخ : « ألم تفكر أبدا في احتمال أن الشعب الألماني بعد مئة سنة ١٩١٩ كان عليه أن يتعلم حكم نفسه بنفسه وأنه لم يكن من السهل على الفرد أن يحترم حقوق الآخرين ، اذا لم تكن الأغلبية بأن يستتب العدل ؟ » .

الطالب : « ربما يكون ذلك صحيحا ، ولكن الأحزاب قد أخذت أربع عشرة سنة بطولها لكي تتعلم هذا ، وفي النهاية كان الوضع يزداد سوءا عاما بعد عام ولم يتحسن أبدا . اذا كنا هنا في داخل ألمانيا نحارب بعضنا ويغش كل منا الآخر فانه لا يجب علينا أن نندهش من هبوط مكانة ألمانيا باستمرار في الخارج وأن الناس يقومون بخداعنا في الخارج أيضا . هناك في عصبة الأمم (Volkerbund) يتحدثون باستمرار عن تقرير مصير الشعوب ، ولكن بالطبع فان أحدا لم يسأل سكان « زود تيrol » Sudtirol عن الدولة التي يرغبون في الانضمام اليها ، بل اعتبروها قطعة من إيطاليا . ثم بعد ذلك يشرثرون هناك حول الأمن ونزع السلاح ، ولكن المقصود بذلك دائما هو نزع سلاح ألمانيا وأمان كل الآخرين . انك بالطبع لا تتضرر من أننا نحن الشباب لا نريد الاشتراك ببساطة في كل هذا الافك في الداخل والخارج . وفي الواقع انك بالتأكيد لا تأمل في هذا » .

هينريخ : « وأنت تعتقد أن قائدك « أدولف هتلر (١) » أكثر صدقا منهم ؟ » .

الطالب : « انني اتصور أنك لا تحب أدولف هتلر ، وذلك لأنه يبدو لك بدائيا للغاية . ولكن بما أنه يتحدث الى الشعب البسيط فقد تحتم عليه استخدام لغته . انني لا أستطيع أن أثبت لك أنه أصدق من الآخرين ولكنك ستري قريبا أنه سيصبح أكثر نجاحا » .

---

(١) Adolf Hitler ( ١٨٨٩/٤/٢٠ - ١٩٤٥/٤/٣٠ ) .

من جميع سياستنا السابقين . كما أنك سترى أعداء ألمانيا في الحرب الأخيرة وهم يقدمون تنازلات كثيرة لهتلر أكثر مما قدموا لكل حكامنا السابقين ، وذلك ببساطة لأنه سيتحتم عليهم من الآن تقديم التوضيحات إذا أرادوا المحافظة على ظلمهم المستمر حتى الآن . لقد كان ذلك سهلا للغاية في السنوات السابقة . لأن الحكومة الألمانية خضعت لكل ضغط موجه اليها من الخارج » .

هيزنبرج : « حتى ولو كنت محقا في هذا ، فأننى لا أعرف ما إذا كانت التنازلات المجبرة التى يقدمها الآخرون تعتبر نجاحا حقيقيا لكم أو لهتلر أيضا . وذلك لأن ألمانيا قد قامت نتيجة لهذا التغير الضلف بتكوين عدد أكبر من الأعداء لها . ولعلنا نكون قد تعلمنا من الحرب الأخيرة الى أى طريق يؤدى المبدأ القائل « كلما كثر الأعداء زاد شرفنا » .

الطالب : « انك ترى اذن أن تظل ألمانيا الأمة التى يحتقرها ويسخر منها الجميع . الأمة التى تخضع لكل شئ والتى اتهمها الآخرون بأنها المذنب الوحيد فى الحرب الأخيرة ، وفى الواقع أن ذلك قد حدث فقط لأنها خسرت هذه الحرب . انك تعتبر أن كل ذلك يمكن تحمله » .

هيزنبرج : « اننا غير متفاهمين هنا . وأنا أريد أن أوضح لك بدقة ما أعنيه بهذا الصدد . أننى أعتبر أن بلدانا مثل الدانيمرك والسويد وسويسرا تعيش فى سعادة ، بالرغم من أنها فى السنوات المائة السابقة لم تكسب حربا واحدة وبالرغم من أنها بلدان ضعيفة نسبيا من الناحية العسكرية ، الا أنها تستطيع حماية طريقاتها الخاصة من الاستقلال من الدول العظمى . لماذا لا نتطلع نحن الى المثل ؟ لعلك تعترض بأننا شعب أكبر وأقوى من الناحية الاقتصادية بالمقارنة بالسويديين أو السويسريين ، ولذلك فأننا جديرون بتأثير أكبر على ما يحدث فى العالم . ولكننى أحاول أن ألقى بنظرة عميقة على المستقبل . ان التغيير فى تركيب العالم ، الذى نعتبر نحن شهود عيان له الآن يشبه بعض الشئ التحويلات التى جرت فى أوربا أثناء انتقالها من العصور الوسطى الى العصر الحديث . لقد أدى فى ذلك الحين التوسع فى التكنولوجيا ، وخصوصا فى تكنولوجيا الاسلحة ، الى أن الوحدات الصغيرة التى كانت تعتبر مستقلة سياسيا ، مثل

قلعة الفارس ، والمدينة قد اختفت - على الأقل كتكوين سياسى .  
مستقل - وحلت محلها وحدات أكبر من خلال دول لها حدود  
أكبر أو أصغر . وبعد أن تم هذا الانتقال ، لم يعد معقولا بالنسبة  
لأى مدينة ان تحيط نفسها بأسوار وحصون للدفاع عن نفسها .  
بل بالعكس فان المدن التى تغاضت عن أسوارها أمكنها بسهولة  
وبسرعة التوسع أكثر من المدن الأخرى التى حددت نموها الأسوار  
الحصينة .

أيضا فى العصر الحديث فان التكنولوجيا قد أحرزت تقدما  
كبيرا . لقد غيرت جذريا تكنولوجيا السلاح من خلال اختراع  
الطائرة . واليوم أيضا بدت النزعة الى بناء وحدات سياسية أكبر  
تعدو حدود الأمة واضحة للغاية . ومن ثم فان العناية بأمن بلدنا  
ستتوفر بطريقة أفضل اذا تغاضينا تماما عن التسليح وحاولنا  
بدلا منه عن طريق جهودنا الاقتصادية اقامة علاقات جوار حسنة  
مع الأمم المحيطة بنا . ان زيادة التسليح ستعمل على زيادة القوى  
المعادية لنا فى البلدان الأخرى وستؤدى بذلك فى النهاية الى  
نقص فى الأمن كما أن الانتماء الى جماعة سياسية أكبر يمكن أن  
يوفر حماية أقوى . اننى أريد أن أقول بحديثى هذا ، انه من  
الصعب دائما الحكم على قيمة الأهداف السياسية التى مازال  
الوصول اليها يقع فى المستقبل البعيد . ومن ثم فأننى أعتقد أنه  
لا يجب على الانسان الحكم على أية حركة سياسية من خلال أهدافها  
التي تعلن عنها بصوت عال والتي ربما تتطلع اليها بالفعل ، ولكن  
فقط يجب الحكم عليها من خلال الوسائل التى تستخدمها فى  
تحقيق هذه الأهداف . ان هذه الوسائل للأسف سواء عند  
الشيوعيين أم الاشتراكيين القوميين تعتبر فى الحالتين رديئة  
للاغاية ، انها تظهر أن مؤسسى هذه الاتجاهات قد فقدوا ثقتهم فى  
قوة اقناع أفكارهم ومن ثم فأننى لا أستطيع الانتماء الى أى من  
الحركتين ، واننى - لحزنى العميق - مقتنع بأنه لن يأتى للألمانيا  
من أى منهما سوى الخراب .

**الطالب :** « ولكن لابد وأن تعترف أنه لا يمكننا الوصول الى شىء بالمرة  
باستخدام الوسائل الطيبة . ان حركة الشبيبة لم تدع الى  
المظاهرات ، ولم تقذف النوافذ بالطوب ، ولم تضرب المعارضين لها .  
لقد حاولت اعطاء المثل وزرع معايير وقيم جديدة أكثر صحة . ولكن  
هل تحسن أى شىء من خلال ذلك ؟ »



هيزنبرج : « ربما لا من الناحية السياسية البحتة . ولكن من الناحية الثقافية فقد كانت حركة الشبيبة مثمرة للغاية . فلنتذكر المدارس الابتدائية ، والأعمال الفنية اليدوية و « الباوهاوس ديساو » (Bauhaus Dessau) (١) والعناية بالموسيقى الكلاسيكية والحلقات الغنائية « واللاينشبييل » (٢) (Lainspiel) . ألا يعتبر هذا نجاحا ؟ » .

الطالب : « بلى ، ربما . اننى بالتأكيد لا أنكر ذلك ، بل اننى مسرور له . ولكن لابد من تحرير ألمانيا سياسيا ، من الفساد الداخلى ومن وقوعها تحت الوصاية خارجيا . وهذا لم يكن ممكنا باستعمال الوسائل الطيبة فقط . ومن هذا يمكننى استنتاج أنك تريد أن يظل كل شيء الآن على وضعه القديم . أنك تنتقدنا لأننا نسير خلف رجل يبدو بدائيا بالنسبة لك ولأنك تستنكر وسائله . اننى أعتبر أيضا أن عداة السامية يمثل الوجه المظلم لحركتنا واننى لأتمنى أن يخمد هذا قريبا . ولكن هل حاول أى ممثل للعالم السابق ، مثل الاساتذة العظماء الذين يشككون الآن فى الثورة ، هل حاول أى منهم ارشادنا نحن الشباب الى طريق ما أفضل من طريقنا الآن ، والذي يؤدى الى نفس الاهداف باستخدام وسائل أحسن ؟ فى الواقع لم يكن هناك أحد يقول لنا كيف يمكننا الخروج من الهلاك بطريقة أخرى . حتى أنت لم تقم بذلك . ما الذى كان علينا أن نفعله اذن ؟ » .

هيزنبرج : « واذن فقد اشتركت فى استخدام القوة والقيام بالثورة — معتمدا على الخيال السخيف أنه بالتحطيم سيولد ما هو أفضل . ألم تقرأ ما كتبه «ياكوب يوركهاردا» (٣) (Jacob Burkhardt) حول النتائج النهائية للسياسة الخارجية للثورات : انه لحظ رائع اذا استطاعت ثورة ما ألا تنقلب فى النهاية الى ضدها لماذا يجب علينا نحن الألمان أن نحظى بهذا الحظ الغريب .

أما عن السبب فى أننا نحن الكبار — وأنا أعتبر نفسى الآن منهم — لم نتقدم بالنفع الى الشباب فذلك يرجع ببساطة الى أننا لم نعرف أى نصيحتين ، بالإضافة الى ذلك فأننا قد لجأنا الى حل تافه

---

(١) مدرسة لدراسة الفنون اليدوية والعمارة أسست عام ١٩١٨ فى مدينة فايمر ثم نقلت الى ديساو عام ١٩٣٣ .

(٢) المسرح السياسى كعهد لمسرح الحب والفراق .

(٣) مؤرخ سويسرى ( ١٨١٨/٥/٢٥ - ١٨٩٧/٨/٨ ) .

مؤداه أن على كل منا أن يؤدي واجبه بطريقة منتظمة مراعاة لغيره  
وأن المثل الجيد سيؤدي في النهاية الى شيء أفضل ، .

**الطالب :** « انك ترغب اذن دائما في القديم ، في الماضي ، في الأمس .  
كل محاولة للتغيير تعتبر في رأيك عملا سيئا ، وبهذا الرأي  
بالطبع لن تستطيع اقتناع الشباب . وبهذا المبدأ لا يمكن أن يحدث  
شيء جديد في العالم . وبأي حق اذن تتبنى الآن في علمك أفكارا  
ثورية جديدة ؟ ألم يقم المرء في النظرية النسبية وفي ميكانيكا  
الكم بادخال تغييرات جذرية على كل ما مضى ؟! » .

**هيزنبرج :** « اذا كنا نريد الحديث عن الثورة في العلم ، فانه ينبغي  
علينا النظر بدقة فائقة لما حدث في هذه الثورة . فلنفكر مثلا في  
نظرية الكم لبلاك . ربما تعرف أن بلاك كان منذ البداية انسانا  
محافظا لم يرغب بالمرء في ادخال أي تغيير جاد على الفيزياء  
القديمة ، بل أراد حل مشكلة محددة ضيقة الحيز تتعلق بفهم  
« طيف الاشعاع الحراري » . لقد حاول بالطبع اجراء ذلك مع  
المحافظة على كل القوانين الفيزيائية السابقة ، ولقد مر زمن طويل  
حتى اقتنع بلاك بأن ذلك ليس ممكنا . عندئذ فقط اقترح  
فرضية لا تتلاءم مع اطار الفيزياء القديمة . وحتى بعد ذلك فقد  
أراد بلاك نفسه ملء الثغرة التي أحدثها في جدران هذه الفيزياء  
وذلك بأن اقترح فرضية أخرى . لقد ثبت - على كل حال - أن  
ذلك مستحيل ، وقد أدت الاستنتاجات القائمة على فرضية بلاك  
الى اعادة جذرية لبناء الفيزياء كلها . ولكن حتى بعد اعادة البناء  
لم يتغير شيء البتة في مجالات الفيزياء التي يمكن ادراكها بواسطة  
مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية .

واذن بمعنى آخر : في العلم يمكن تنفيذ ثورة جيدة ومثمرة  
فقط عندما يحدد الانسان نفسه أولا في حل مشكلة محددة تماما .  
ان محاولة التخلي عن كل ما هو قائم وتغييره جذريا تؤدي الى  
سخف محض . كما ان محاولة قلب كل ما هو قائم لا يتبناها في  
العلم الا أنصاف المجانين المتعصبين الذين ليست لديهم القدرة  
على النقد الذاتي . مثلا من الناس من يزعمون بأن لديهم القدرة  
على اختراع « بير بيتوم موبيل » (١) (Perpetuum mobile) - وبالطبع

---

الطاقة الحرارية في البيئة المحيطة . أو جهاز يمكن فيه تحول الطاقات من نوع الى آخر  
باستمرار دون أي فقد في الطاقة .

(١) جهاز يستطيع تحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركة دون فقد أي جزء من.

فان مثل هذه المحاولات تؤول الى الفشل . ومن ثم فأننى أتصور - حتى وان كان ذلك حلما - أنه أيضا فى التاريخ تكون الثورات الأكثر بقاء هى تلك التى تحاول حل مشاكل محددة ضيقة النطاق وتعمل على تغيير أقل ما يمكن . فلنفكر مثلا فى الثورة التى قامت قبل ألفى سنة ، لقد قال قائدها ، المسيح : « اننى لم أجيء لحل القانون ، ولكن لتنفيذه » .

واذن مرة أخرى فانه من المهم الاقتصار على الهدف الهام وتغيير أقل ما يمكن . ان الجزء الأصغر الذى يلزم تغييره ، يمكنه بعد ذلك أن يملك قوة تحويل بحيث ان كل أشكال الحياة تتبدل بذاتها » .

**الطالب :** « ولكن لماذا أنت متعلق هكذا بالأشكال القديمة ؟ ان ما يحدث دائما هو أن الاشكال القديمة لا تتلاءم مع العصر الجديد وأنها تستمر بعد ذلك فقط بنوع من القصور الذاتى أو اذن لماذا لا يجب القضاء عليها فى الحال ؟ » مثلا اننى أجد أنه من السخف أن الأساتذة مازالوا يظهرون فى الحفلات الجامعية وقد ارتدوا الروب الجامعى . ان هذا بلا شك يعتبر تقليدا قديما يجب القضاء عليه » .

**هيزنبرج :** « بالطبع اننى لست متعلقا بالأشكال القديمة ، ولكن بالمضامين القديمة التى يجب أن تمثلها هذه الأشكال . وانى أريد توضيح هذه النقطة أيضا من خلال المقارنة مع الفيزياء : ان أشكال الفيزياء الكلاسيكية تمثل معارف تجريبية قديمة لم تكن فقط صحيحة فى الماضى ولكنها صحيحة الآن وستظل كذلك دائما فى كل العصور . ان نظرية الكم تعطى هذه الوفرة من التجارب هيئة أخرى من الناحية الشكلية فقط . ولكن من ناحية المضمون فانه لا يمكن البتة تغيير حركة البندول ، وقوانين الروافع ، وحركات الكواكب ، لأنه بهذه العمليات لا يتغير العالم أيضا . والآن لنعد الى الحديث عن الرداء الجامعى : ان هذا الشكل القديم ينتمى الى العصر الذى تم فيه توصيف طبقات الشعب ، وتناظره كمضمون التجربة أكثر من ارشادات الآخرين . ان وظيفة الرداء الجامعى هى التعبير عقولها على عمليات فكرية أكثر تعقيدا ، تهم الجماعة الانسانية بطريقة مميزة وذلك لأن ارشاداتها تكون قائمة على أسس منطقية أكثر من ارشادات الآخرين . ان وظيفة الرداء الجامعى هل التعبير عن كل هذا وحماية حامله من التهكمات الغير لائقة من العامة ، حتى وان كان كفرد لا يحقق متطلبات هذا الرداء . ان هذه



التجربة تعتبر صحيحة أيضا في عالمنا الحال كما كانت صحيحة منذ بضع مئات من السنين ، ولكن . في الواقع . فانه من غير المهم ما اذا عبر عنها الانسان مظهريا من خلال الرداء أو ربما بشكل آخر أكثر عصرية . وبالرغم من هذا فأننى أشك أن بعض نقاد هذا الرداء يريدون ضرب المضمون التجريبي الذى يعبر عنه . ان هذا يعتبر غباء بحتا ، وذلك لاننا لا نستطيع تغيير الحقيقة .

**الطالب :** « نعم انك الآن تقارن بين التجربة وبين نشاط الشباب ، بنفس الطريقة التى يتبعها الآباء دائما . اننا لا نستطيع أن نقول شيئا ضد هذه الحجة ، وفى النهاية نصبح منعزلين » .

عندئذ تهيأ زائرى للانصراف ، ولكننى سألته ما اذا كان يود سماع المقطع الأخير من كونشرتور شومان مرة أخرى بقدر ما هو ممكن بدون أوركسترا ، فبدت السعادة على وجهه . وعند وداعى له أحسست أنه قد سر كثيرا للقائنا .

فى الأسبوع التالى لهذه المحاورة انهالت الهجمات على الجامعة بطريقة متوحشة . فقد عفى من منصبه فجأة أحد الزملاء فى قسم الرياضيات يدعى ليفى كان قد حصل على فياشين أثناء الحرب العالمية الأولى . فقد كان استياء أعضاء هيئة التدريس الشبان - أذكر هنا خصوصا « فريدرش هاند » (Friedrich Hand) « أكارل فريدرش بونهوفر » (Carl Friedrich Bonhoeffer) والرياضى « فان درفارين » (Vander Waerden) - كبيرا للغاية لدرجة أننا هددنا جميعا بالاستقالة من وظائفنا الجامعية والتأثير على كثير من زملائنا لاتخاذ هذه الخطوة . قبل المضى فى هذا الاتجاه قررت الرجوع الى رأى أحد أساتذتنا الذى كان حائزا على ثقتنا جميعا ، ومن ثم رجوت ماكس بلانك أن يسمح لى بمقابلته وذهبت بناء على ذلك لزيارته فى بيته فى « شارع فانجينهايم » (Wangenheim) فى منطقة « جرون فالد » (Grunwald) فى برلين .

استقبلنى بلانك فى حجرة المعيشة ذات الضوء الخافت والمؤتة على الطراز الكلاسيكى التى بدت وكأنها لا ينقصها سوى المطبخ الزيتى القديم الذى يعلو فوق المائدة فى منتصف الحجرات القديمة .

ظهر بلانك فى هذه اللحظات وكأنه قد أصبح شيخا عجوزا منذ لقائنا الأخير قبل بضع سنوات . لقد زحفت على وجهه التجاعيد العميقة وبدت ضحكاته أثناء استقبالى مليئة بالألم وكأنه قد بات متعبا بلا نهاية .

**بلانك :** « لقد أتيت للحصول على نصيحة منى بشأن القضايا السياسية ، ولكننى أخشى أننى لم أعد قادرا على ابداء النصيح بعد . لقد نضب أملى فى امكانية مقاومة الكارثة التى حلت بألمانيا وبالجامعات الألمانية قبل ان تقص على عن الاحداث الهدامة فى ليبزيج والتى ليست أكثر أثرا من الاحداث الهدامة هنا فى برلين فأننى أريد أن اخبرك توا عن حديث قمت به منذ بضعة أيام مع هتلر . لقد كان لدى الأمل من أن اوضح له ، أى قدر من الخسائر ستحل بالجامعات الألمانية وعلى وجه الخصوص بأبحاث الفيزياء فى بلدنا ، عندما نقوم بطرد زملائنا اليهود من ألمانيا وكيف أنه من السخف وعدم الأخلاق القيام بمثل هذه التصرفات . وذلك لأن الموضوع يتعلق هنا بأناس يعتبرون أنفسهم ألمان مائة بالمائة وأنهم كانوا قد قدموا أرواحهم فى الحرب الاخيرة من أجل ألمانيا تماما مثل كل الآخرين . ولكن هتلر لم يبد أى تفهم لكل هذا - بل والأكثر من ذلك أننى قد لاحظت أننى ببساطة لا أملك اللغة التى يمكننى التفاهم بها معه . لقد فقد هتلر - هكذا بدا لى - كل صلة حقيقية بالعالم الخارجى . انه يشعر بأن كل ما يقوله الآخرون يعتبر مضايقة ثقيلة ينبغى عليه تخطى سماعها عن طريق ترديد العبارات الرنانة حول تحلل الحياة اليومية فى السنوات الأربعة عشر المنصرمة وحول أهمية وضع نهاية لهذا السقوط فى اللحظة الأخيرة ... الخ .

وبالإضافة الى ذلك ، فأننى قد أخذت الانطباع الشديد ، انه يعتقد شخصيا فى هذا الهراء وأنه قد هيا نفسه لاحتمالية هذا الاعتقاد من خلال عزلها عن كل المؤثرات الخارجية . انه قد أصبح محتلا بما يسميه أفكاره ، ولم يعد من الممكن الحديث معه بتعقل . وانه سيؤدى بألمانيا الى كارثة محققة » .

بعد ذلك بدأت أخبر بلانك عن الاحداث فى ليبزيج والخطة التى نريد انقيام بها نحن أعضاء هيئة التدريس الشبان ، وهى التنازل عن درجة الأستاذية والتأكيد بوضوح على مبدأ « الى هنا وليس أكثر » . ولكن بلانك كان مقتنعا منذ البدء بعدم جدوى هذه الخطة .

**بلانك :** « اننى مسرور لأنك كإنسان شاب مازلت متفائلا هكذا ولأنك تعتقد أنك تستطيع بمثل هذه الخطوات ايقاف المأساة عند هذا الحد . ولكنك للأسف تغالى بشدة فى تقدير تأثير الجامعات وطبقة المثقفين والمفكرين . ان الراى العام سوف لا يسمع عمليا عن خطوتك هذه الجرائد سوف لا تكتب عن استقالتكم أو سوف تذكر ذلك .

بطريقة خبيثة بحيث ان أحدا لن يفكر في استنتاج أى عواقب جادة لهذه الخطوة . اسمح لى أن أقول : ان الانسان لا يستطيع التأثير على سير الهطيل الجليدى بعد أن يكون قد تحرك فعلا . ان كمية ما سوف يحطمه هذا الهطيل وعدد القتلى ، كل ذلك قد تقرر بالفعل وفقا للقوانين الطبيعية ، حتى وان كان ذلك مازال غير معروف بعد ، حتى هتلر نفسه لم يعد يستطيع التحكم فى سير الأحداث ، وذلك لأنه - بقدر كبير جدا - يعتبر محكوما بأفكاره وليس متحكما فيها . انه لا يستطيع أن يعترف ما اذا كانت القوة التى أطلق عنانها سترفعه فى النهاية أم أنها ستنسفه بطريقة رهيبة . ان خطواتك اذن حتى نهاية الكارثة سيكون لها أثر عكسى عليك فقط - ربما تكون مستعدا لتحمل الكثير ولكن بالنسبة للحياة فى بلدنا فان ما تفعله أنت سوف يكون مؤثرا على الأكثر بعد وقوع النهاية ، التى يجب علينا أن نهتم بها من الآن . اذا استقلت أنت ، فانه لن يتبقى أمامك فى أحسن الظروف سوى البحث عن وظيفة فى الخارج ، وما يمكن أن يحدث فى الأحوال السيئة لا أريد الحديث عنه .

أنك ستصبح فى الخارج تابعا لكتلة كبيرة من الناس الذين هاجروا ويبحثون عن وظيفة ، وربما تستطيع الحصول على وظيفة لأنك قد فضلت على آخر فى حاجة ماسة اليها . ربما تستطيع هناك العمل براحة تامة وذلك لأنك ستصبح بعيدا عن الخطر ، وبعد نهاية الكارثة يمكنك - اذا كانت لديك الرغبة فى ذلك - العودة الى ألمانيا بنفس مطمئنة لأنك لم تساوم مع ألمانيا النهارية . ولكن حتى ذلك الحين فربما تكون بعض السنين قد مرت وربما تكون أنت قد تغيرت وتغير الناس فى ألمانيا ، وانه من غير المعروف الآن مدى قدرتك عندئذ على التأثير فى هذا العالم المتغير . اذا لم تقرر الاستقالة وظللت هنا فانه سيكون لديك واجب من نوع آخر . انك لن تستطيع ايقاف الكارثة . وربما يتحتم عليك - انقاذا لحياتك - أن توافق من وقت لآخر على مقايضات معينة . ولكنك تستطيع مع آخرين بناء جزر جديدة للحياة . انك تستطيع أن تجمع الشباب حولك ، وتريهم كيفية اقامة علم مفيد ومن خلال ذلك المحافظة على معايير القيم القديمة الصحيحة فى عقولهم . بالطبع فانا لا نعرف كم من هذه الجزر ستظل قائمة بعد الكارثة ، ولكننى واثق من أنه حتى ولو كانت هناك مجموعات صغيرة من الشباب الموهوب التى يمكن بناؤها فى ظل هذه الروح والمرور بها خلال المحنة سوف تكون نافعة للغاية فى مرحلة اعادة البناء بعد النهاية . وذلك لأن مثل هذه المجموعات يمكن أن تمثل البذرة الصالحة التى تبني فيها الأشكال الجديدة للحياة . ان هذا سوف يكون صحيحا



فقط في حالة إعادة بناء البحث العلمي في ألمانيا . ولكن لأننا لا نعرف  
أى دور سيلعبه العلم والتكنولوجيا في العالم الجديد ، فربما يكون ذلك مهما  
أيضا في مجالات أخرى . اننى أعنى أن كل الذين يستطيعون تأسيس  
شئ ما والذين لم يجبروا على الهجرة - بسبب أجناسهم مثلا - يجب أن  
يحاولوا البقاء هنا والاستعداد للمستقبل البعيد . ان هذا بالطبع سيكون  
صعبا للغاية ومصحوبا بالمخاطر الكثيرة ، وربما تصبح المقايضات التي  
يتحتم عليهم الوصول اليها الآن جرائم فيما بعد تقع تحت طائلة القانون  
ولعلها ستؤدى بهم الى تحمل العقوبات الشديدة . ولكن ربما يتحتم  
علينا - بالرغم من ذلك - القيام بهذا بالطبع فأننى لا أستطيع القاء اللوم  
على أحد اذا اتخذ قرارا مخالفا ، أو اذا هاجر ، لأنه يجد الحياة في ألمانيا  
لا تطاق أو لأنه لا يقدر على رؤية الظلم الذى يقع هنا وهو بالتأكيد  
لا يستطيع منعه . ولكن فى مثل هذه المواقف المخذلة كالتى تحدث الآن  
في ألمانيا لم يعد يملك أحد القدرة على التصرف بطريقة صحيحة . وبكل  
قرار يتخذه الانسان فاته يشترك - على نحو ما - فى نوع من الظلم .

ومن هنا فان كل فرد يعتمد فى النهاية على نفسه فقط . انه لم  
يعد هناك مغزى لاعطاء النصائح أو حتى تلقيها . ومن ثم فأننى أستطيع  
الآن فقط أن أقول لك فلتكف عن الأمل فى أن أى شئ تقوم به الآن سوف  
يمنع - حتى نهاية الكارثة - وقوع أى مأساة . ولكن فلتفكر أثناء قرارك فى  
الوقت الذى سيأتى بعد ذلك ، .

لم يستمر حديثنا أكثر من هذا التحذير بعده استأذنت وأخذت على  
الفور القطار المتجه الى ليبزيغ . فى طريق العودة مرت برسى كل  
الأفكار التى قالها بلانك وقد زادنى عذابا السؤال عما اذا كان يجب على  
الهجرة منها . لقد وقع عليهم ظلم جائر وكان عليهم التغلب على صعوبات  
منهم القوة كل وسائل الحياة فى ألمانيا ولذلك عرفوا أنه يتحتم عليهم  
الهجرة منها . لقد وقع عليهم ظلما جائرا وكان عليهم التغلب على صعوبات  
مادية كثيرة ولكن - على الأقل - لم يكن أمامهم مجال للاختيار . لقد بدأت  
النظر الى المشكلة من جوانبها المختلفة ومحاولة الوصول الى ما هو  
صحيح .

لو أن أحد أفراد عائلتى يقاسى تحت تأثير عدوى ما مرض الموت ،  
فهل يكون الحل الصحيح هو ترك البيت ، لكى لا تنتقل العدوى الى مكان  
آخر ، أو هل الحل هو تمرىض المريض حتى - ولو لم يعد هناك أمل ؟

ولكن هل من المسموح لنا مقارنة ثورة ما بالمرض العضال ؟  
ألم تكن هذه طريقة رخيصة للقضاء على معايير القيم التقليدية ، واذن  
ماذا كانت المقايضات التى تحدث عنها بلانك ؟

فى بداية كل محاضرة كان يتحتم علينا - رفع أيدينا تنفيذًا للأوامر التى أقرها الحزب الاشتراكى القومى • كم من المرات قبل ذلك قمت بتحية معارفى بأن رفعت يدي ثم أومأت بها • هل كن ذلك تعبيراً عن موافقة فاضحة ؟

لقد تحتم علينا توقيع الخطابات الرسمية المعنونة « بتحيا هتلر » (Heil Hitler) كان ذلك محزناً لنا جميعاً ، ولكن لحسن الحظ ، قلما كان علينا كتابة مثل هذه الخطابات • وكانت تلك التحية تحمل - على كل حال - المعنى : « اننى لا اريد التعامل معك » • لقد تحتم علينا أيضاً المشاركة فى الحفلات والمارشات العسكرية ، ولكن كان من الممكن - فى كثير من الأحيان - التهرب من هذه المسئوليات ، وكل خطوة فردية فى هذا الاتجاه كانت مقبولة غير أنه كان لابد من الموافقة على أشياء كثيرة أخرى ، فهل كانت هى الأخرى مقبولة بدورها ؟ هل كان تصرف « فيلهلم تيل » (Wilhelm Tell) (١) صحيحاً عندما امتنع عن تحية « الجيسلر هوت » (Gessler hut) وبهذا عرض حياة ابنه للخطر ؟ ألم يكن من الواجب عليه أن يقايض هنا أيضاً ؟ ولكن اذا كانت الاجابة هنا « نعم » ، فكيف يجب علينا اليوم اذن القيام بمساومات فى ألمانيا ؟

لو أننى كنت قد قررت - على العكس - الهجرة ، فكيف يمكن أن يتفق هذا القرار مع مبدأ كانط : « على الانسان ان يتصرف بحيث يمكن لتصرفه الذاتى أن يصبح قاعدة عامة » ؟ وبالطبع من غير الممكن أن يهاجر الجميع • هل علينا أن ننتقل بلا هدوء فى هذا العالم من دولة الى أخرى وذلك لتخاشى الكارثة الاجتماعية فى كل بلد ؟ حتى البلدان الأخرى لن تنجو على المدى البعيد من هذه الكارثة وأمثالها • وفى النهاية فان كلا منا ينتمى بالطبع من خلال ولادته ولغته وتربيته الى وطن معين • وهل لاتعنى الهجرة ترك بلدنا بسهولة لحفنة من الشريرين الذين اختلوا عقلياً والذين سيقبلون ألمانيا بضلالهم فى وبال ليس له نهاية ؟ •

لقد تحدث بلانك عن أن كلا منا قد يقف ذات يوم أمام قرارات لا يستطيع بها احداث أى شئ آخر سوى الظلم • فهل كانت هذه المواقف محتملة قطعياً ؟ •

لقد حاولت كفيزيائى تكوين تجارب عقلية تشبه بطريقة كافية

---

(١) بطل أسطورة سويسرية لم يحى أمير المقاطعة (Gessler) فأمره بإطلاق النار على تفاحة فوق رأس ابنه • وتحكى الاسطورة أن فيلهلم استطاع أن يصيب التفاحة وبعد انقاذ ابنه قام بقتل الأخير •

الأوضاع الواقعية ولكنها متطرفة لدرجة أنه يستحيل تصور الحل الانساني لها . في النهاية استطعت الوصول الى المثل المزعج الآتي : حكومة ديكتاتورية رمت بعشرة من المعارضين لها في السجون وقررت قتل أهمهم على الأقل ، وربما العشرة كلهم . ولكن الحكومة يهملها اظهار عدالة القتل أمام الدول الأخرى . ومن ثم عرضت الحكومة على أحد معارضيها الذي منحته قبل ذلك الحرية نظرا لمكانته العالمية - قد يكون هذا المعارض قاضيا مشهورا مثلا - العرض الآتي : اذا استطاع القاضى ابراز قانونية قتل أهم المعارضين العشرة عن طريق توقيعه على حكم بهذا ، نال المعارضون التسعة حريتهم ومنحوا ضمانات بالهجرة . أما اذا رفض القاضى التوقيع فان المعارضين العشرة سيعدمون . ان القاضى ليس لديه أدنى شك في أن الديكتاتور يعنى ما يقول . واذن ماذا عليه أن يفعل ؟ هل كان الصديري الابيض (Weisse Weste) الذى يرتديه - ( هكذا كنا نطلق على رداء القضاة من باب السخرية ) - أعلى قيمة من حياة أصدقائه التسعة ؟

حتى انتحار القاضى لم يعد حلا هنا ، وذلك لأنه لن يمنع قتل المساجين الأبرياء . أثناء ذلك التفكير العميق حضر الى ذهني حوار أجريته مع نيلز حول تطبيق مبدأ التكميلية على المصطلحين « العدل » و « الحب » . بالرغم من أن كلاهما ، العدل والحب ، يعتبران جزئين أساسيين لتصرفاتنا في الحياة المشتركة مع الناس الآخرين ، فان كلا منهما في النهاية يلغى وقوع الآخر . ان العدل يمنع القاضى الامتناع عن التوقيع . أيضا فان العقوبة السياسية للتوقيع ربما تكون أن أناسا كثيرين سيقع عليهم البلاء . أكثر من أصدقائه التسعة . ولكن يجب على الحب أن يحجب أمام صرخات الاستنجاد التى يوجهها أقارب الأصدقاء البائسين الى القاضى ؟

بعد لحظات من تأمل هذه التجربة العقلية بدا لي أنه يتحتم على وضع حد لهذا السخف . لقد كان من المحتم على هنا والآن أن أقرر ، ما إذا كنت أرغب في الهجرة أم البقاء في ألمانيا . واذن لابد من التفكير في الوقت اللاحق للكارثة . هذا ما قاله بلانك وهذا ما يبدو مقنعا لي . واذن على بناء جزر الاستقرار وجمع الشباب ومحاولة النجاة من الكارثة ، وبعد نهايتها البدء في إعادة البناء ، هذا كان الواجب الذى تحدث عنه بلانك . ولكن للوصول الى ذلك يتحتم عمل مقايضات وبعد ذلك تحمل العقوبات القانونية وربما أسوأ من هذا . ولكن ذلك على الأقل كان واجبا محمدا . ان وجودى خارج ألمانيا كان سيصبح بلا أهمية . ان كل أنواع الواجبات هناك كان يمكن أن ينجزها آخرون بطريقة أفضل .

لدى عودتي الى ليبزيج كنت قد اتخذت قرارى وهو البقاء في ألمانيا . في جامعة ليبزيج حتى أرى الى أين سيؤدى بي هذا الطريق .



## ١٣ - مناقشات حول احتمالات التكنولوجيا الذرية وحول الجسيمات الأولية

(١٩٣٥ - ١٩٣٧)

بالرغم من الاضطرابات التي اجتاحت الحياة العلمية في بلدنا وبلدان أخرى من العالم من خلال الثورة الألمانية وحركة الهجرة التي أعقبها ، فقد تطورت الفيزياء الذرية في هذه السنوات بطريقة سريعة ومدهشة . ففي معمل اللورد الانجليزى رزرفورد بجامعة كامبريدج (Cambridge) قاما « كوكروفت » (١) و « والتون » (٢) (Walton) باختراع جهاز « للجهد العالى » يمكن به تعجيل (٣) النويات الذرية للهيدروجين ( أى البروتونات ) بحيث تستطيع عند اصطدامها بنويات ذرات خفيفة التغلب على الحاجز الناتج عن قوة التنافر الكهربائية واصابة نويات هذه الذرات وتحويلها الى نويات ذرات أخرى . لقد أمكن اجراء تجارب نووية مماثلة باستخدام أجهزة أخرى « كجهاز السيكلوترون » الذى اخترع فى أمريكا . ومن ثم فقد تكونت صورة واضحة لخواص النويات والقوى المؤثرة فيها .

---

(١) Sir John Douglas Cockroft ( ١٨٩٧/٥/٢٧ - ١٩٦٧/٩/١٨ ) .

(٢) Ernst Thomas Walton فيزيائى ايرلندى ( ١٩٠٢/١٠/٦ - ) .

(٣) أى زيادة معدل السرعة .

لم يكن من الممكن مقارنة النويات بناء على التجارب المختلفة بنظام كوكبي صغير - كما هو الحال في الدرات المختلفة - تنبعث القوة الشديدة فيه من جسيم ثقيل يقع مركزه ويتحدد عن طريقها مسارات الجسيمات الخفيفة الدائرة حوله ، ولكن يمكن تكوين تصور للنويات المختلفة مؤداه أن كلا منها يعتبر على نحو ما - قطرة كبيرة من مادة النواة تتكون في ذاتها من نفس عدد البروتونات والنيوترونات ، وأن كثافة مادة النواة تعتبر ثابتة بالنسبة للنويات المختلفة • كما أن « قوة التنافر الكهروستاتيكية الشديدة » بين البروتونات تؤدي الى زيادة عدد النيوترونات بالنسبة لعدد البروتونات في النويات الثقيلة •

وقد أمكن عمليا اثبات أن « القوى الشديدة » التي تحافظ على مادة النواة لا تتغير بتبديل البروتون والنيوترون •

لقد أثبتت التجارب العملية أيضا أن ظاهرة التماثل بين البروتونات والنيوترونات - التي تطرقت الى فكرى فوق العشة عند قمة الألم - تتوافر في الطبيعة من خلال اشعاع بعض النويات للاليكترونات والبعض الآخر للبوزيترونات أثناء « تحلل - بيتا » •

بدأنا في حلقتنا العلمية في ليبزيغ دراسة العلاقات القائمة داخل النويات المختلفة بتفصيل أكثر ، ومن ثم اعتبرنا كل نواة قطرة كروية الشكل تقريبا تدور بداخلها النيوترونات والبروتونات دون أن يثير بعضها البعض ، بينما اعتبرت مدرسة نيلز بوهر في كوبنهاجن - على العكس - « التأثير المتبادل » (Wechsel Wirkung) لمكونات كل نواة ذى أهمية كبرى ولذلك فقد كان محببا اليها اعتبار النواة كجوال من الرمل في الفترة بين خريفى ١٩٣٥ و ١٩٣٦ سافرت لعدة أسابيع الى كوبنهاجن وذلك للبت في آرائنا المختلفة حول شكل النواة عن طريق المحاورات المباشرة •

كان مسموحا لي هذه المرة - كضيف على أسرة بوهر - استخدام حجرة في بيت الشرف الذى وضعته الدولة الدانميركية تحت تصرف بوهر وأسرته من خلال أموال هيئة - كارلسبرج • لقد لعب هذا البيت لسنوات عديدة دورا هاما ومميزا كنقطة تجمع للفيزيائيين الذريين من كل أنحاء العالم • بنى هذا البيت على طراز المنازل العتيقة في مدينة بومبي (Pompeii) في ايطاليا وبرز على واجهته التأثير القسوى لفنان النحت الشهير « ثورفالدسن » (Thorwaldsen) الذى انعكس على الحياة الثقافية الدانميركية • كانت حجرة المعيشة الفسيحة تؤدي الى الحديقة الكبرى التى توسطتها نافورة واسعة محاطة بأحواض الزهور • كما حفت الحديقة

الأشجار الطائفة القديمة التى ظلت بعض المقاعد هناك فزودت كل من  
يجلس عليها بحماية ضد الشمس والمطر .

على الناحية الأخرى من الممر فى الدور الأرضى كانت توجد الحديقة  
الشتوية التى زين منتصفها نبع المياه الطبيعية التى كان خريرها يقطع  
الهدوء المخيم فوق هذا الجزء من البيت .

لكم كانت تتراقص فوق مياه هذا النبع كرات البنج بونج أثناء  
لعبنا وكم تحدثنا مرارا حول الأسباب الفيزيائية لهذه الظاهرة .

خلف الحديقة الشتوية تواجدت صالة الأعمدة التى تشبه المعابد  
الآغريقية - والتى كانت تستخدم فى حفلات الاستقبال للمؤتمرات العلمية  
المختلفة . فى هذا البيت سمح لى بوهر بالنزول ضيفا عليه وعلى أسرته  
لبضعة أسابيع وقد حدث أن الفيزيائى الانجليزى لورد رذفورد - الذى  
دعى بعد ذلك باسم الأب الروحى للفيزياء الذرية - كان يقضى أجازة قصيرة  
فى معهد بوهر بكوننهامجن . وهكذا سنحت الفرصة أن نتجول ثلاثتنا  
فى الحديقة الكبرى ونتبادل آراءنا حول التجارب العملية الجديدة وحول  
بناء النويات الذرية . وقد دارت إحدى هذه المحاورات كما يلى :

**لورد رذفورد :** « ترى ما الذى يحدث فى رأيكما إذا قمنا ببناء « أجهزة  
ذات جهد عال أو مكينات تعجيل » أخرى وأطلقنا بروتونات  
ذات طاقات مرتفعة وسرعات كبيرة على النويات الثقيلة ؟ هل ستخترق  
القذيفة السريعة ببساطة النواة ، ربما دون أحداث أى ضرر بها ،  
أو هل ستبقى فى النواة بحيث تنتقل فى النهاية كل طاقة حركتها  
إليها ؟ إذا كان التأثير المتبادل بين مكونات النواة مهما جدا ، كما  
يعتقد نيلز ، فإنه يتحتم على القذيفة أن تبقى فى النواة . أما إذا  
كانت البروتونات والنيوترونات تتحرك منفصلة - تقريبا - داخل  
النواة - بدون « التأثير الشديد » لكل منها على الآخر فإنه ربما  
تخترق القذيفة النواة دون أحداث اضطراب كبير » .

**بوهر :** « اننى أريد بالطبع أن اعتقد أن القذيفة ستبقى عادة داخل  
نواة الذرة وأن طاقة حركتها فى النهاية ستتوزع حول مكونات  
النواة بالتساوى تقريبا وذلك لأن التأثير المتبادل كبير جدا . واذن  
فإن النواة ستصبح من خلال هذا التصادم أكثر سخونة ويمكننا  
حساب درجة سخونتها عن طريق « الحرارة النوعية » لمادة النواة  
ومن الطاقة الكامنة فى القذيفة . وما يحدث بعد ذلك يمكن وصفه  
من الناحية الأولية كتبخر جزئى للنواة . وهذا يعنى أن بعض



الجسيمات القريبة من السطح ستحصل على طاقة عالية تمكنها من ترك النواة . ولكن ترى ما رأيك أنت بهذا الصدد ؟ »  
كان السؤال موجهاً لى .

هينريش بروج : « اننى ايضا أريد أن أعتقد فى ذلك ، بالرغم من أنه لا يتلاءم مع تصوراتنا فى ليبزيج عن مكونات النواة التى نعتبرها تتحرك تقريبا بحرية داخلها . ولكن اذا دخل الى النواة جسيم سريع جدا ، فانه سيؤدى نتيجة - لقوى التأثير المتبادل - الى تصادمات متعددة وبهذا يفقد طاقته . أما بالنسبة للجسيم البطيء الذى يتحرك داخل النواة بطاقة صغيرة فربما يكون الوضع مختلفا وذلك لأن طبيعته الموجية للجسيم ستلعب دورا وبذلك يهبط عند » التحميلات الطاقية « (Fergieuber tragungen) التى يمكن توقعها . عندئذ ربما يكون من الممكن التغاضى عن فعل التأثير المتبادل تقريبا . ولكن يجب أن يكون ممكنا ببساطة حساب هذا التقريب وذلك لأننا نعرف فى الواقع الكفاية عن النويات الذرية . اننى سأحاول من جانبى القيام بمثل هذا الحساب عند عودتى الى ليبزيج . ولكننى أريد هنا طرح سؤال مضاد . هل يمكن تصور أن الاستمرار فى زيادة قدرة مكثات التعجيل سيؤدى فى النهاية الى تطبيقات تكنولوجية للفيزياء النووية ، مثلا من النوع الذى يمكن فيه التخليق الصناعى لعناصر كيميائية جديدة بكميات كبيرة ، أو من النوع الذى تستخدم فيه « طاقة الحزم » (Bindungs energie) النووية كما تستخدم « طاقة الربط الكيميائية » أثناء حرق المواد الكيميائية ؟

ان هناك رواية انجليزية مثيرة يخترع فيها فيزيائى فى لحظات التوتر السياسى الشديد لبلده قنبلة ذرية ، ومن ثم يستطيع - مثل « اله الآله » (١) (Deus-ex machine) - التغلب على كل الصعوبات السياسية . بالطبع فان هذا يعتبر نوعا من أحلام اليقظة . ولكن بشكل أكثر جدية ، لقد زعم الفيزيائى والكيميائى فرنست (Nernst) فى برلين ذات مرة أن الكرة الأرضية فى الواقع عبارة عن برميل من البارود لا ينقصه الا عود الثقاب الذى يمكن أن يؤدى الى انفجاره ان ذلك يعتبر منطقيا أيضا ، اذا تصورنا امكانية توحيد كل أربعة نويات هيدروجينية من ماء البحر الى نواة ذرة هيليوم واحدة . عندئذ ستتحرر كمية كبيرة من الطاقة بحيث ان برميل البارود يعتبر تصغيرا مضحكا لها .

(١) اله فى المسرحيات الاغريقية يخرج من آلة ما لحل كل المشكلات القائمة .

**بوهر :** « لا ، ان مثل هذه التأملات لم يتم بعد التفكير فيها حتى النهاية . ان الفارق الاساسى بين الكيمياء والفيزياء يكمن فى أن العمليات الكيميائية فى العادة تتم بسبب العدد الكبير للجزيئات فى العنصر المناظر ، مثلاً فى البارود ، بينما نحن فى الفيزياء النووية نستطيع دائماً اجراء التجارب بواسطة عدد قليل من النويات . ان هذا العدد لن يتغير من الناحية الأساسية أيضاً عند استخدام «أجهزة التعجيل» الكبيرة . ان عدد الجزيئات المشتركة فى التفاعلات أثناء اجراء تجربة كيميائية يتناسب مع عدد النويات المشتركة فى التفاعلات النووية التى تمت حتى الآن كالنسبة بين قطر نظامنا الكوكبى وقطر حجر الصوان ، وحتى فانه لا يوجد فارق كبير اذا استبدلنا حجر الصوان بقطعة من الصخر . بالطبع فان الوضع يصبح مختلفاً اذا امكنا توضيل قطعة من المادة الى درجات حرارة عالية بحيث ان طاقة الجسيمات المنفردة تصبح كافية للتغلب على قوى التنافر بين النويات المختلفة واذا استطعنا المحافظة فى نفس الوقت على درجة ارتفاع كثافة المادة بحيث ان التصادمات لا تصبح شيئاً نادراً . ولكن للوصول الى هذا يلزم الوصول الى درجات حرارة تبلغ بليون درجة ، وعند هذه الدرجة بالطبع لم تعد توجد جدران للأوعية التى يمكننا حجز المادة فيها ، انها تكون عندئذ قد تبخرت كلها . »

**لوورد ودفورد :** « حتى الآن لا يوجد من يتحدث عن امكانية اكتساب الطاقة عن طريق العمليات النووية ، وذلك لأنه بالرغم من أن اضافة بروتون أو نيوترون الى نواة ما فى العمليات النووية المختلفة يؤدي فعلاً الى تحرير بعض الطاقة ، فانه يلزمنا لبدء هذه العمليات فقد كمية من الطاقة أكبر بكثير من الطاقة المتحررة ، وذلك مثلاً فى تعجيل عدد كبير من البروتونات التى لا تشترك معظمها فى التفاعل . ان الجزء الأكبر من هذه الطاقة المفقودة يكون على شكل « حركة حرارية » (Warme bewegung) . واذن من ناحية الطاقة فان التجريب بالنويات الذرية يعتبر حتى الآن تجارة خاسرة . والحديث حول الاستخدام التكنولوجى للطاقة النووية يعتبر الآن هراء . »

اتفقنا فى نهاية حديثنا على هذا الرأى بسرعة ، ولم يكن أى منا يدرك فى تلك اللحظة أنه بعد بضع سنوات قليلة سيتغير الموقف جذرياً من خلال اكتشاف « أوتوهان » (١) (Otto Hahn) للانشطار النووى .

لم يؤثر القلق الذى أصبح شيمة كل شىء فى ذاك الزمان على الهدوء

(١) كيميائى ألمانى ( ١٨٧٩/٣/٨ - ١٩٦٨/٧/٢٨ ) .

المخيم فوق الحديقة الكبرى فى بيت بوهر وجلسنا بدورنا فوق مقعد استظل بشجرة ضخمة وأخذنا نتأمل كيف أن نسمة الهواء تحرف من وقت لآخر قطرات الماء الساقطة من النبع وكيف تقع القطرات فوق أوراق الورود ثم تتلألأ بأشعة الشمس الساطعة .

شرعت بعد عودتى الى ليبزيج فى القيام بالبحث الذى وعدت به فى كوبنهاجن الذى عضدت نتائجه تخمينات نيلز بأن البروتونات السريعة الخارجة من مكثات التعجيل الكبيرة تبقى فى العادة فى النواة وتعمل من خلال التصادم على تسخينها .

لقد أمكن تقريبا فى نفس الوقت المشاهدة الفعلية لتفاعلات من هذا النوع استخدمت فيها البروتونات السريعة للأشعة الكونية - بيد أن البحث المشار اليه سابقا قد زودنا بمبررات تفيد بإمكانية التركيز على « التأثير المتبادل الشديد » للجسيمات داخل النواة فى التقريب الأول للبناء الداخلى لها . ومن ثم فقد استمرت أبحاثنا تسير فى هذا الاتجاه .

فى هذه الأثناء قام كارل فريدريش - الذى كان يعمل فى ذلك الحين كمعاون للعامة ليزا مايتنر (١) (Lise Meitner) فى معهد أوتوهان فى « داليم » (Dahlem) ببرلين - مرات كثيرة بزيارة حلقتنا العلمية فى ليبزيج ليخبرنا عن سير الأبحاث هناك . وقد اطلعنا فى إحدى هذه المقابلات على أبحاثه الخاصة حول التفاعلات النووية فى جوف الشمس والنجوم التى استطاع فيها أن يثبت نظريا أن هناك تفاعلات معينة تتم بين نويات خفيفة فى الأجزاء الساخنة فى جوف النجوم وأن الطاقة الهائلة التى تشع باستمرار من النجوم يبدو أنها تنبع من هذه العمليات النووية . وفى نفس الوقت نشر « بيته » (٢) (Bethe) فى أمريكا أبحاثا مماثلة ، وقد تعودنا بعد ذلك على اعتبار النجوم أفرانا ذرية هائلة يتم فيها الحصول على الطاقة النووية من خلال عملية لا يمكن التحكم فيها تكنولوجيا . وتعتبر هذه العملية ظاهرة طبيعية تحدث أمامنا باستمرار . ولكن بالرغم من هذه الأبحاث لم يكن هناك أى حديث حول التكنولوجيا الذرية .

لم يجر العمل فى حلقتنا العلمية بليبزيج حول الأبحاث النووية فقط . لقد نمت أثناء ذلك الأفكار التى أردت بها توضيح طبيعة الجسيمات الأولية فى تلك الليلة فى عشة الانزلاق على الجليد عند جبل الآلم ، فأصبحت مثلا فرضية بول ديراك عن وجود المادة الضد من خلال تجارب عملية كثيرة جزءا مؤكدا من علمنا ، وعرفنا أنه توجد عملية فى الطبيعة

(١) فيزيائية نمساوية ( ١٨٧٨/١١/٧ - ١٩٦٨/١٠/٢٧ ) .

(٢) Hans Bethe فيزيائى ألماني هاجر الى أمريكا ( ١٩٠٦/٧/٢ - ) .



تتحول فيها الطاقة الى مادة وذلك عن طريق تكوين زوج ( اليكترون + بوزيترون ) من الطاقة المشعة . وكان من الممكن فرض أن هناك عملية أخرى من هذا النوع يمكن أن توجد وبدأنا نحاول تأمل الدور الذى تلعبه هذه العمليات عندما تتلاقى جسيمات أولية ذات سرعات عالية .

كان رفيقى فى المحاورة التالية حول هذه التأملات هو « هانس أويلر » (Hans Euler) الذى انضم الى مجموعتى منذ بضع سنوات قبل ذلك ، وحاز على انتباهى المبكر ليس فقط لموهبته الممتازة ولكن أيضا لمظهره الخارجى . لقد بدا رخوان أكثر حساسية من الطلبة الآخرين تعتمل فوق وجهه علامات الحزن كلما شرع فى الابتسام عدا ذلك فقد كان وجهه النحيف متجهما بعض الشيء تعلوه خصلات شعره الأصفر المجعد . وتنم لغته على قدرة فائقة من التركيز الشديد التى لم تكن شيئا عاديا بالنسبة لشاب فى سنه . لم يكن من الصعب للوهلة الأولى معرفة أنه يعيش فى أحوال مادية سيئة ولذلك فقد سررت عندما تمكنت من توفير وظيفة مساعده معاون له .

بعد وقت طويل أصبحت ثقة هانس أويلر بى كاملة تقريبا ومن ثم بدأ يحيطنى بحجم المشاكل والصعوبات التى تقف فى طريقه ، منها أن والده لم يستطع جمع المال اللازم لدراسته وأنه شخصيا شيوعى مقتنع وربما أن والده قد ضاقت حاجته بسبب اتجاهه السياسى ، وأن خطيبته هربت من ألمانيا الى سويسرا نظرا لأصلها اليهودى . ولم يكن أويلر يتناول الحديث عن المجموعة (١) التى أمسكت بمقاليد السلطة السياسية منذ عام ١٩٣٣ الا بكل ازدراء . غير أنه قلما رغب الخوض فى مثل هذه الأحاديث . لقد كانت إذن لقاءاتنا المتعددة بالدرجة الأولى عوننا ماديا له وبالدرجة الثانية مدعاة لمحاورات مختلفة تناولنا فى بعضها احتمال هجرته من ألمانيا . غير أنه لم يأخذ مطلقا مثل هذه الأحاديث مأخذا جادا ، بل اننى قد شعرت بارتباطه الوثيق بألمانيا ولكنه أيضا قلما رغب الحديث عن ذلك .

فى احدى محاوراتنا تناولنا الحديث حول العواقب المحتملة لاكتشاف ديراك لعملية تحويل الطاقة الى مادة .

أويلر : « لقد تعلمنا من ديراك أنه اذا مر كم ضوئى على نواة ذرة ما فإنه قد يتحول الى زوج من الجسيمات اليكترون وبوزيترون . فهل يعنى هذا أن الكم الضوئى يتكون من بوزيترون واليكترون ؟ أى أنه عبارة

---

(١) أى هتلر ورفاقه .

عن نظام نجمي ثنائي يدور فيه الاليكترون والبوزيترون كل حول الآخر . أم أن هذه الفكرة تعتبر تصورا توضيحيا خاطئا ؟ » .

هيزنبرج : « اننى لا أعتقد أن مثل هذه الصورة تتضمن كثيرا من الحقيقة ، وذلك لأنه من هذه الصورة يمكن استنتاج أن كتلة مثل هذا النجم الازدواجى ليست أقل كثيرا من مجموع كتلتى جزئيه ، كما أنه من غير الواضح ، لماذا يتحتم على هذا النظام أن يتحرك فى الفراغ بسرعة الضوء ؟ وربما يستطيع أن يصل فى مكان ما الى السكون » .

أويلر : « ولكن ما الذى يمكن قوله اذن عن « الكم الضوئى بهذا الصدد ؟ »

هيزنبرج : « لعل علينا أن نقول ان الكم الضوئى يتكون « امكانيا (Virtuell) » من اليكترون وبوزيترون حيث تشير كلمة « امكانيا » هنا الى احتمال وقوع هذا التكوين . ان الجملة السابقة تزعم فقط أن الكم الضوئى يحتمل أن يتحلل فى بعض التجارب العملية الى اليكترون وبوزيترون لا أكثر » .

أويلر : « انه لمن الممكن فى التصادمات عالية الطاقة أن يتحول الكم الضوئى الى اليكترونين وبوزيترين ايضا ، فهل سنقول عندئذ أن الكم الضوئى يتكون « امكانيا » من هذه الجسيمات الأربعة ؟ » .

هيزنبرج : « نعم ، اننى أعتقد أن هذا سيكون لازما . ان كلمة « امكانيا » ، التى تشير الى الاحتمال ، تسمح بالزعم أن الكم الضوئى يتكون « امكانيا » من جسيمين أو أربعة . ان وجود احتمالين مختلفين فى قضية ما لا يلغى أحدهما الآخر » .

أويلر : « ولكن ما الذى نكسبه من مثل هذه الجملة ؟ . عندئذ يمكن القول ان جسيما أوليا يتكون « امكانيا » من عدد غير محدد من الجسيمات الأولية الأخرى ، وذلك لأنه أثناء عمليات التصادم ذات الطاقة العالية يمكن لمثل هذا العدد غير المحدد من الجسيمات أن يتكون . واذن فأننا لا نستطيع الجزم بمقولة محددة حول الجسيمات الأولية » .

هيزنبرج : « لا ، أنه لا يمكن القول ان عدد ونوع الجسيمات غير محدد . فقط ان هذه التنسيقات (Konfigurationen) من الجسيمات التى لها نفس التماثل مثل الجسيم الأصيل يمكن اعتبارها وصفا محتملا لهذا الجسيم . وبدلا من كلمة تماثل هنا يمكننا أن نقول بطريقة أدق : « خاصية الانتقال (Transformation eigenschaft) »

المقابلة لمثل هذه « التأثيرات » (Operationen) ، التي تظل تحتها القوانين الطبيعية محافظة على أشكالها (١) .

لقد تعلمنا من ميكانيكا الكم أن مستويات الطاقة الثابتة لذرة ما تعتبر مميزة خلال صفاتها التماثلية (Symmetrie Eigenschaften) وهذا سيكون الحال أيضا لدى الجسيمات الأولية التي تعتبر مستويات ثابتة من المادة .

**أويلر :** « ان هذا الذى تقوله الآن يعتبر تجريديا مطلقا . انه لمن المهم الآن التفكير فى تجارب عملية تتم بطريقة مختلفة عما افترضناه حتى الآن ويرجع هذا الاختلاف الى أن الكمات الضوئية تتكون امكانيا من أزواج جسيمية . وربما يمكننا أن نخمن أننا سنحصل - على الأقل - على نتائج معقولة كيفيا عندما نأخذ صورة النظام النجمى الزوجى - والو للحظة واحدة - مأخذا جادا وعندما نسأل عما يجب أن ينتج وفقا للفيزياء الكلاسيكية . فمثلا لحل ذلك يؤدى بنا الى الاهتمام بمشكلة ما اذا كان الشعاعان الضوئيان اللذان يتقاطعان فى حين فارغ يمران خلاله مختلطين كما افترضنا حتى الآن وكما تتطلب معادلات ماكسويل القديمة . فاذا كان أحد الشعاعين يتكون « امكانيا » من أزواج من الاليكترونات والبوزيترونات فلا بد أن يتشتت الشعاع الآخر بهذه الجسيمات ومن ثم لا بد وأن يكون ممكنا مشاهدة ظاهرة « تشتت الضوء بالضوء » (Streuung von Licht an Licht) أو مشاهدة اضطراب متبادل بين الشعاعين الاثنين يمكن حسابه نظريا وفقا لنظرية ديراك :

**هيزنبرج :** « ان قدرة الانسان على مشاهدة شئ من هذا تعتمد على حجم هذا الاضطراب المتبادل . ولكن لم لا تحسب أنت تأثير مثل هذا الاضطراب ، فربما يجد الفيزيائيون العمليون بعد ذلك وسائل وطرق لمشاهدتها » .

**أويلر :** « فى الواقع اننى أجد أن فلسفة « كما لو (Als ob) » التى تستخدم هنا ، شئ غريب جدا . ان الكم الضوئى يتصرف فى تجارب عملية كثيرة « كما لو » كان يتكون من اليكترون وبوزيترون . وهو يتصرف أحيانا أخرى « كما لو » كان يتكون من اثنين أو أكثر من هذه الأزواج . يبدو أننا نقع فى شباك فيزياء باهتة غير محددة تماما . بيد أننا نستطيع باستخدام نظرية ديراك حساب احتمالية

---

(١) المقصود هنا هو أن كل الجسيمات التى تملك خاصية الانتقال هذه تعد وصفا

محتملا لهذا الجسيم .



وقوع حدث محدد بدرجة عالية من الدقة والتجارب العملية ستعصف  
النتائج فعلا . لقد حاولت من جانبي الاستطراد في بناء فلسفة  
« كما لو » هذه ، ومن ثم قلت :

هيزنبرج : « انك تعرف بالقطع أن الفيزيائيين العاملين قد وجدوا حديثا  
نوعا من الجسيمات الأولية متوسطة الثقل ، « الميزونات »  
(Mesonen) ، بالإضافة الى ذلك توجد القوى الشديدة التي تحفظ  
النواة والتي لا بد وأن تناظرها أى من الجسيمات الأولية وفقا لمبدأ  
ازدواجية الموجة والجسيم . وربما مازال يوجد عدد كبير من  
الجسيمات الأولية ، التي لم نعرفها حتى الآن وذلك فقط لأن  
« فترة عمر » (١) (Le bensdauer) كل منها قصيرة للغاية . اننا  
نستطيع أن نقارن وفقا لفلسفة « كما لو » هذه أى جسيم أولى  
بنواة ذرية أو بجزيء ، وهذا يعنى أنه يمكننا التصرف كما لو أن  
كل جسيم أولى يتكون من كومة من عدد كبير من الجسيمات الأولية  
التي قد تكون مختلفة . وعندئذ يمكننا أن نسأل الآن نفس السؤال  
الذى طرحه لورد رذرفورد فى كوبنهاجن بالنسبة للنواة : ماذا  
يحدث عندما نقذف جسيما أوليا بجسيم أولى آخر ذى طاقة عالية  
جدا ؟ هل سيبقى الجسيم الثانى فى الأول ، الذى تصوره على  
شكل كومة من الجسيمات الأولية ، ثم يقوم بتسخين هذه الكومة  
ثم بعد ذلك يودى الى تبخيرها أم أنه سيمر خلال الكومة دون  
أحداث اضطراب كبير ؟ ان هذا يعتمد بالطبع أيضا على شدة التأثير  
المتبادل - الذى لا نعرف أى شئ عنه - فى مثل هذه العمليات .  
ولكن ربما يكون من المستحسن الآن حصر الاهتمام على التأثيرات  
المتبادلة المعروفة لنا ومحاولة كشف ما ينتج عنها .

لقد كنا آنذاك بعيدين فعلا عن الفيزياء الحقيقية للجسيمات الأولية  
ولم تكن لدينا سوى بعض نقط الارتكاز فى هذا المجال لا تنم عن تجريب  
منظم . بعد لحظات أراد أويلر أن يعرف حكمى على التطور فى هذا الميدان  
من الفيزياء الذرية وقال :

أويلر : « لقد أدى اكتشاف ديراك والاستدلال العملى على وجود المادة  
الضدية الى تعقيد الصورة الكلية فى ميدان الفيزياء الذرية . لقد بدا  
لنا لوقت طويل كما لو أننا نستطيع بناء العالم كله من ثلاثة مكونات  
فقط ، أى البروتون والليكترون والكم الضوئى . حقيقة ان ذلك  
كان تصورا مبسطا ، ولكننا أملنا أن نستطيع فهم كنه العالم

(١) الزمن اللازم لكى تفحل كمية معينة من هذه الجسيمات الى نصفها .

بواسطته • بيده أن الصورة الآن قد أصبحت مليئة بالغموض والحيرة • ان الجسم الأول لم يعد بعد أوليا ، بل انه - على الأقل امكانيا - تكوين معقد للغاية • ألا يعنى هذا أننا قد أصبحنا بعيدين جدا عن فهم ما كنا قد فهمناه قبل ذلك ؟

هيزنبرج : « لا ، اننى لا أوافق على هذا ، وذلك لأن الصورة السابقة المعتمدة على المكونات الأولية الثلاثة لم تكن صادقة • لماذا يجب أن يوجد ثلاثة من مثل هذه الوحدات العشوائية التى يصل ثقل احدها ، أى البروتون ، ١٨٣٦ مرة ثقل الآخر ، أى الاليكترون ؟ وما الذى يميز العدد ١٨٣٦ عن غيره من الأعداد ؟ ولماذا يجب أن تكون هذه الوحدات غير قابلة للتحطيم ؟ اننا نستطيع قذف كل منها بطاقات عشوائية على الآخر ، فهل يمكننا أن نصدق أن الصلابة الداخلية لهذه الجسيمات قد تعدت كل الحدود ؟

والآن بعد اكتشاف ديراك فان العملية كلها قد صارت أكثر تعقلا • ان الجسم الأول يحدد ، ( تماما مثل مستويات الطاقة لذرة ما ) ، من خلال صفاته التماثلية • ان « استقرارية الأشكال » (die Stabilität der Former) التى اعتبرها بوهر فى زمانه نقطة الانطلاق فى نظريته والتى يمكن أن تفهم - على الأقل من الناحية المبدئية - فى ميكانيكا الكم ، هى أيضا المسئولة عن وجود واستقرارية الجسيمات الأولية • ان هذه الأشكال تعتبر تكوينها باستمرار كلما تحطمت ، تماما مثل الذرات بالنسبة للكيميائى ، وهذا طبعا يرجع الى أن التماثلية مرتبطة عضويا بالقانون الطبيعى • وبالطبع فأننا مازلنا بعيدين عن امكانية التعبير عن القوانين الطبيعية المسئولة عن تركيب الجسيمات الأولية ، ولكننى أعتقد أننا سنستطيع من هذه القوانين الوصول الى العدد ١٨٣٦ • وفى الواقع فأننى مفتون للغاية بفكرة أن التماثل يعتبر شيئا أوليا من الجسم • ان هذا يتفق تماما مع نظرية الكم كما فهمها بوهر دائما • كما أنه يتلاءم مع فلسفة أفلاطون ولكن هذا لا يجب أن يهملنا الآن كفيزيائيين • فلنبقى لدى ما يمكننا بحثه مباشرة • ومن هنا يجب عليك اجراء الحسابات اللازمة لعملية تشتت الضوء بالضوء ودع لى الاهتمام بالقضية العامة حول ما يحدث عند تصادم جسيمين أوليين ذى طاقة عالية •

لقد استطاع كل منا أن يلتزم بهذا البرنامج فى الشهور التالية ، ومن حساباتى أمكن استنتاج أن التأثير المتبادل - المهم فى تحليل بيتا فى نويات الذرات المشعة - يصبح قويا عند الطاقات العالية بحيث انه أصبح محتملا عند تصادم جسيمين أوليين ذى طاقة عالية أن يتكون عدد كبير من الجسيمات الجديدة • لقد كانت هناك اشارة فى ذلك الحين الى وجود

ما يسمى « بالانتاج المتعدد » (Viel facherzeugungen) للجسيمات الأولية فى الأشعة الكونية ، ولكن لم تكن هناك بعد براهين تجريبية جيدة . ولم يتمكن الانسان من مشاهدة هذه العمليات مباشرة الا بعد مرور عشرين سنة كاملة . لقد حسب أويلر مع طالب آخر فى حلقتى العلمية ، يدعى « كوكيل » (Kockel) تشتت ضوء ضوء آخر ، وبالرغم من أن الاثبات التجريبى العملى لا يمكن اجراؤه مباشرة هنا فانه لا يوجد اليوم شك فى أن التشتت المزعوم من أويلر وكوكيل يوجد بالفعل .



## ١٤ - تصرف الأفراد أثناء الكارثة السياسية

( ١٩٣٧ - ١٩٤١ )

ان السنوات السابقة مباشرة للحرب العالمية الثانية - بقدر ما عشتها في ألمانيا - تبدو لي دائما كسنوات من الوحدة الموحشة غير المحدودة لقد ثبت النظام الاشتراكي القومي نفسه لدرجة أنه لم يعد ممكنا التفكير في تحسين الأوضاع من الداخل . . وفي نفس الوقت ازدادت عزلة ألمانيا شيئا فشيئا عن بقية العالم ، وقد كان واضحا أن القوى المضادة لها في الخارج قد بدأت في تشكيل نفسها .

لقد تضخم التسليح العسكري عاما بعد عام وبدأ أنها فقط مسألة وقت حتى تدخل هذه القوى المنظمة في صراع بلا رحمة لا يمكن تخفيف وطأته من خلال القوانين الدولية واتفاقيات الحرب أو أى موانع أخلاقية . بالاضافة الى ذلك فقد نما الشعور بالعزلة داخل ألمانيا نفسها فأصبح التفاهم بين الناس صعبا للغاية ولم يعد من الممكن الحديث بحرية سوى فى دائرة الأصدقاء الضيقة . وأمام الآخرين أصبح كل منا يستخدم لغة حذرة مكتومة تغطي أكثر مما تكشف . لقد كانت الحياة بالنسبة لي فى هذا العالم من عدم الثقة غير محتملة ، كما ان حقيقة أنه لا يمكن أن توجد فى نهاية هذا التطور سوى كارثة كلية لألمانيا ، أظهرت لي كيف أن الواجب الذى وضعته أمامى منذ زيارتي لبلاذك يعتبر شيئا مستحيلا .

وهكذا فأننى أتذكر صباح ذلك اليوم البارد من عام ١٩٣٧ الذى كان على أن أبيع فيه فى شوارع مدينة ليبزيج تذاكر معونة الشتاء (١) .

لقد كان هذا العمل ينتمى الى مجموعة المهانات والحلول الوسط التى كان علينا أن نتحملها فى ذلك الحين ، بالرغم من أننى أستطيع القول ان جميع النقود للفقراء لا يعتبر عملا رذيلا فى ذاته . لقد كنت أثناء تجولى بعلبة جمع النقود فى حالة من اليأس الكلى . ليس بسبب مطالبة الناس بالتبرع والتذلل لهم أحيانا - فقد بدا كل ذلك غير مهم لى - ولكن بسبب انعدام جدوى ما أفعل وجدوى كل ما دار حولى . وقفت فى الشارع فجأة وانتابتنى حالة معنوية غريبة ، لقد بدت المنازل على جانبي الشارع الضيق وكأنها بعيدة عن بعضها أو كأنها غير واقعية . كلها قد تحطمت ولم تعد هناك سوى صورها الباهتة ، وأصبح للناس تأثير أكثر شفافية ، وكأن أجسامهم قد انفصلت عن العالم المادى ولم يعد ممكنا التعرف عليهم الا من تركيبهم الروحى . خلف هذه الصورة المؤلمة والسماء الرمادية ، رأيت نهارا وضاحا ، لقد شاهدت بعض الناس ينظرون الى بشىء من البشاشة ويعطونى نصيبهم بنظرة اعادتني من غربتى للحظات ضئيلة . صرت بعدها وحيدا مرة أخرى وبدأت أحس أن الوحدة الشديدة ربما تؤثر على كل قوى .

فى مساء هذا اليوم كنت مدعوا الى بيت الناشر « بوكنج » (Bucking) للاستمتاع بالموسيقى الهادئة . وكان أحد الزائرين الآخرين هو الحقوقي « ياكوبى » (Jacobi) من جامعة ليبزيج الذى كان عازفا ممتازا لآلة الكمان وصديقا مخلصا لى . مع صاحب البيت كلاعب شيللو (Cellist) لعبنا « ثلاثية بيتهوفن مقام - G » التى كنت أتقنها منذ أيام شبابى . لقد قمت عام ١٩٢٠ بعزف المقطع البطيء منها فى حفل انتهاء الدراسة الثانوية . ولكننى كنت هذه المرة خائفا من الموسيقى ومن مقابلة أناس جدد وشعرت بأننى لست على مستوى متطلبات هذا المساء ، ومن ثم فقد كنت مسرورا لأن دائرة المدعوين كانت ضيقة للغاية . من بين المستمعات الشبابات كانت هناك واحدة تزور بيت بوكنج للمرة الأولى وقد استطاعت من الحوار الأول معى عبور هذه الغيبوبة التى كنت قد وقعت فيها فى هذا اليوم الغريب . لقد أحسست معها أن الواقع يعود ثانية وكان المقطع البطيء للثلاثية الموسيقية استطرادا من جانبي للحوار معها . بعد بضعة أشهر من هذا اليوم تزوجنا وقاسمتنى « اليزابيث شوماخر » (Elisabeth Schumacher) على طول السنوات القادمة بشجاعة

(١) كان هيرنبرج آنذاك حاصلا على جائزة نوبل منذ خمس سنوات .

نادرة كل الصعوبات والمخاطر . هكذا تكونت بداية جديدة في حياتي واستطعنا سويا أن نهيم أنفسنا لاجتياز العاصفة القادمة .

كان هانس أويلر ضيفا مستديما في بيتنا وكنا نتشاور دائما حول المشاكل السياسية ، التي وقفت في طريقنا . في إحدى هذه المرات كانت الجهات الرسمية قد طالبت أويلر بالاشتراك في معسكر معاونين والمحاضرين الذي سينعقد لبضعة أيام في مكان قريب من منطقتنا . لقد نصحته بزيارة المعسكر وذلك حتى لا يعرض وظيفته للخطر ورويت له عن القائد في جماعة شباب هتلر الذي فتح لي قلبه ذات مرة والذي سيقابله في المعسكر . وأشارت إليه بالاتصال به فربما ينتج معه حديثا طيبا .

بعد نهاية المعسكر عاد أويلر متأثرا وقلقا للغاية وطفق يقص علينا انطباعاته .

**أويلر :** « ان التركيب الانساني لمثل هذه المعسكرات يعتبر غريبا للغاية . بالطبع فان أغلبية الذين ذهبوا الى هناك كانوا مثلي لا يرغبون في تعريض وظائفهم للخطر ولم أستطع إقامة علاقات معهم . ولكن هناك مجموعة صغيرة من الشباب ينتمى اليها القائد - الذي أشرت اليه - في جماعة هتلر ، والذين يؤمنون فعلا بمبدأ الاشتراكية القومية ويعنون أن شيئا حسنا يمكن أن ينتج عن هذا . والآن فأننى أعرف تماما ما الذى اقترفته هذه الحركة وأى مأساة ستحل بألمانيا اذا استمر بقاؤها . بيد أننى شعرت فى نفس الوقت أن بعض هؤلاء الشباب الاشتراكي القومي يرغب فى شيء مماثل لما أرغبه . انهم أيضا يرون أن هذا المجتمع المخدر المحافظ لم يعد يحتمل . هذا المجتمع الذى يعتبر فيه الرخاء المادى معيارا لكل القيم . انهم يريدون احلال هذا الشكل الأجوف بشيء ملى بالمعنى وبالحيوية . انهم يريدون جعل العلاقات بين الناس أكثر انسانية ، وهذا ما أريده أنا أيضا من الناحية المبدئية . اننى لا أستطيع أن أدرك لماذا يتحتم علينا أن نصادف مزيدا من اللاانسانية فى مثل هذه المحاولة . اننى أرى أن كل الأشياء تتصرف هكذا ، ومن ثم يولد عندى الشك الذى يربك الصورة كلها . لقد كنت أود منذ زمن طويل أن تنجح الحركة الشيوعية ، ولو كان القدر قد قرر هذا ، لانقسم بالتاكيد الخير والشر بين الناس بطريقة أخرى، ولعلنا كنا سنستطيع انجاز أشياء كثيرة بطريقة أحسن . ولكننى لا أعرف ما اذا كانت كمية اللاانسانية ستكون أصغر منها الآن . انه يبدو أن النية الطيبة لدى الشباب لا تكفى لضمان ذلك . بعدها قد تأخذ قوى شديدة دورا فى اللعبة



ومن ثم سيصبح من غير الممكن التحكم فى قواعدها . ولكن من ناحية أخرى فإن الإجابة لا يمكن أن تكون أنه يجب علينا المحافظة على القديم بالرغم من أنه قد صار شكلا أجوف . ان ذلك سوف يصبح غير ممكن . واذن ماذا يجب علينا أن نأمل الآن وماذا نستطيع عمله بالفعل ؟ »

هيزنبرج : « سيتحتم علينا بكل بساطة أن ننتظر حتى اللحظة التى نستطيع فيها أن نفعل شيئا ، وحتى ذلك الحين يجب علينا أن نحافظ على النظام فى الحدود الضيقة التى علينا أن نعيش بداخلها » .

فى صيف ١٩٣٨ تجمعت السحب الداكنة للسياسة الدولية بطريقة مهددة بحيث ان تأثيرها بدأ ينعكس على منزلى الجديد . فقد كان محتما على أن أقضى شهرين خدمة عسكرية فى « جيبيج جيسياجرن » (Gebirgsjagern) فى « زونتهوفين » (Sonthofen) ، وقد وقفنا مرات عديدة مدججين بالسلاح استعدادا لترحيلنا الى الحدود التشيكية ولكن السحب تبددت مرة أخرى ، وكنت بدورى مقتنعا أن ذلك عبارة عن زحزحة قصيرة الأجل .

بالقرب من نهاية العام حدثت طفرة جديدة فى علمنا . لقد جاء كارل فريدريش من برلين حاملا الأخبار الى واحدة من لقاءاتنا العلمية التى كانت تعقد كل ثلاثاء ، لقد اكتشف أوتوهان بعد قذف ذرة اليورانيوم بالنيوترونات أن عنصر الباريوم (Barium) قد تكون كواحد من العناصر الناتجة . وهذا يعنى أن نواة ذرة اليورانيوم قد انشطرت الى جسمين كبيرين متناسبين ، وبدأنا بالطبع على الفور بمناقشة ما اذا كانت هذه العملية يمكن أن تفهم وفقا لما نعرفه حول نواة الذرة . لقد قارنا منذ وقت طويل بين نواة الذرة وبين قطرة سائل تتكون من بروتونات ونيوترونات وقد تمكن كارل فريدريش منذ سنوات من تقدير « الطاقة الحجمية » (Volumenenergie) ، و « التوتر السطحي » وقوى التنافر الكهروستاتيكية فى داخل القطرة عن طريق النتائج العملية . والآن فقد ثبت لدهشتنا أن عملية الانشطار النووى الغير متوقعة ممكنة للغاية . وفى النويات الثقيلة بدأ أن عملية الانشطار يمكن أن تتم ذاتيا عن طريق التزويد بالطاقة بواسطة مساعدة صغيرة من الخارج . ومن ثم فان قذف نيوترون على احدى هذه النويات يمكن أن يؤدى الى عملية الانشطار . لقد بدأ أنه من الغريب جدا أننا لم نفكر فى هذا الاحتمال من قبل . هذه التأملات أدت الى نتيجة أخرى مثيرة للغاية بنيت على أن قسمي النواة المنشطرة كانتا - بعد الانشطار مباشرة - على شكل مكونين غير كرويين تماما ، وهذا يعنى أنهما كانتا تحتويان على فيض

من الطاقة التي يمكن أن تكون قد أدت الى عملية تبخر ومن ثم الى تزويدنا ببعض النيوترونات الهاربة من السطح • واذن فربما تقابل هذه النيوترونات نويات يورانيوم أخرى وتؤدي الى انشطاطها وخروج نيوترونات جديدة ، وهكذا ، أى أننا فى النهاية نحصل على مجموعة من « التفاعل المتسلسل » (Kettenreaktion) • بالطبع كان لا بد وأن تجرى تجارب كثيرة قبل أن تصبح مثل هذه الخيالات واقعا محققا فى الفيزياء • ولكن هذه الوفرة من الاحتمالات بدت لنا فائنة وغريبة • بعد مرور سنة على هذا الحدث كنا قد أصبحنا فى مواجهة مباشرة للسؤال حول الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية فى الماكينات أو فى الأسلحة الذرية •

إذا كان لا بد على سفينة من السفر فى اعصار مدمر فانه يتحتم غلق فتحات السفينة وشده حبالها وتثبيت الأجزاء المتحركة فيها وذلك لمواجهة هذا الدمار بأكبر درجة من الأمن يمكن الوصول اليها • انطلاقا من هذه الفلسفة ، قمت بالبحث فى ربيع ١٩٣٩ عن بيت ريفى لأسرتى فى المرتفعات الجبلية بحيث يمكن أن تلجأ اليه زوجتى وأولادى عندما تنهدم المدن • لقد عثرت على هذا البيت فى « أورفيلد » (Urfeld) بجوار « بحيرة الفالشين » (Walchensee) فى « الزودهانج » (Sudhang) مائة متر من أعالي الشارع الذى كنا فولفجانج باولى ، أوتولابورتى وأنا قد تناقشنا فيه حول نظرية الكم أثناء رحلة الدراجات • كان البيت قبل ذلك ملكا للرسام « لوفيز كورينت » (١) (Lovis Corinth) وقد كنت أعرف المنظر الجميل الذى تطل عليه شرفة المنزل من خلال صورة عن الريف حول بحيرة الفالشين التى رأيتها فى معارضه المختلفة • ان هناك شيئا آخر تختم أن يحدث قبل الحرب • لقد كانت لدى مجموعة من الأصدقاء فى أمريكا وأحسست بالرغبة فى رؤيتهم مرة أخرى قبل نشوبها ، وذلك لأننى لم أكن متأكدا من أننى سأقابلهم بعدها • ولكن اذا أتيتحت لى فرصة المساعدة فى إعادة البناء بعد الكارثة فأننى أود الحصول على مساعدتهم •

واذن فقد قررت القيام بالقاء محاضرات فى جامعات « آن أربور » (Ann Arbor) فى شيكاغو فى شهور الصيف لعام ١٩٣٩ • بهذه المناسبة استطعت مقابلة « فرمى » (٢) (Fermi) الذى كنت قد اشتركت

(١) رسام المانى ( ١٨٥٨/٧/٢١ - ١٩٢٥/٧/١٧ ) •

(٢) Enrico Fermi فيزيائى ايطالى هاجر الى أمريكا ( ١٩٠١/٩/٢٩ -

• ( ١٩٥٤/١١/٢٨ )

معه منذ سنوات عديدة في الحلقات العلمية لماكس بورن في جوتنجن .  
لقد صار فيرمي بعد ذلك ولسنوات عديدة الرأس الفائزة للفيزياء الايطالية  
ولكنه هاجر الى أمريكا قبل حلول الكارثة المتوقعة .

عندما قابلت فيرمي في شقته سألتني عما اذا كان من المستحسن أن  
انتقل أنا أيضا الى أمريكا .

**فيرمي :** ماذا ترغب بعد في ألمانيا ؟ انك لن تستطيع ايقاف الحرب ، وسوف  
يتحتم عليك القيام بأشياء وتحمل مسئوليتها بعد ذلك ، التي  
لا ترغب القيام بها ولا تحمل مسئوليتها . لو أنك بمعاشيتك لكل  
هذا الألم هناك تستطيع انجاز شيء حسن ، فأننى سأصبح متفهما  
لموقفك ، ولكن احتمالى هذا ضئيل للغاية . أما هنا ، فانك تستطيع  
أن تبدأ من جديد . ان كل البلد هنا قد بنيت من الأوروبيين  
الهاربين من أوطانهم لأنهم لم يتحملوا ضيق العلاقات هناك ، لم  
يتحملوا الخلافات والصراعات بين الأمم الصغيرة والقهر والتحرير  
والثورة وكل البؤس الملازم لهذه الظروف . لأنهم يريدون الحياة هنا  
في بلد آخر واسع متحرر بدون عبء تاريخ الماضي كله .

لقد كنت في إيطاليا رجلا كبيرا ولكننى هنا عدت الى فيزيائى شاب  
وهذا يعتبر بلا مقارنة أجمل بكثير . لماذا لا تريد أنت أيضا أن ترمى  
بالعبء كله خلف ظهرك وتبدأ من جديد ؟ انك تستطيع هنا القيام  
بفيزياء جيدة والمشاركة فى الطفرة الكبيرة للعلم فى هذا البلد .

لماذا تريد التغاضى عن هذا الحظ السعيد ؟ .

**هيزنبرج :** « ان ما تقوله ، أحسن به جيدا ، وقد قلته لنفسى أكثر من  
ألف مرة ، كما أن احتمال مجيئى من أوروبا الخائفة الى السعة هنا  
ظلت تراودنى باستمرار منذ زيارتى الأولى قبل عشر سنوات .  
ربما كان من الواجب على أن أهاجر فى ذلك الحين . ولكننى قررت  
تكوين دائرة حولى من الشباب الذين يرغبون فى المشاركة فى  
الجديد من العلم والذين سيعنون بعد الحرب مع آخرين بوجود علم  
حسن فى ألمانيا . اننى سوف أشعر بالخيانة اذا تخليت عن هؤلاء  
الشبان الآن . ان الشباب يستطيع بسهولة الهجرة بالمقارنة بنا .  
انهم لن يجدوا بسهولة وظائف وانه ليبذو رخيصةا لى لو أردت  
استغلال هذا الامتياز فى مصلحتى . ان لدى الأمل ألا تستمر الحرب  
طويلا . لقد لاحظت أثناء أزمة الحريف الماضى حين استندعت  
كجندي ، أنه لا يوجد بيننا تقريبا من يرغب فى الحرب . وعندما  
تظهر الحجة الكبرى لسياسة السلام للقائد ، فأننى أتصور أن



الشعب الألماني سيختار رجلا أفضل وسيحل نفسه من هتلر وأتباعه . بيده أنني أعترف أن أحدا لا يستطيع أن يجزم بهذا الآن » .

فيرمي : « إن ثمة مشكلة أخرى يجب عليك أن تترىث فيها . إنك تعرف أن عملية الانشطار النووي ، التي اكتشفها أوتوهان ، ربما تستغل في التفاعل المتسلسل . وأنه من المحتم حساب احتمالية استخدام هذا في التطبيقات التكنولوجية للطاقة النووية في ماكينات التعجيل أو في تصنيع القنابل الذرية . إن هذا التطور التكنولوجي سيدفع - في حالة نشوب الحرب من الجانبين بكل قوة . كما أن الفيزيائيين الذريين سيُجبرون في البلد الذي يعيشون فيه عن طريق حكوماتهم على المساهمة في هذا التطور » .

هيزنبرج : « إن هذا بالطبع يعتبر خطرا رهيبا ، ولكنني لا أعرف أن مثل هذه الأشياء يمكن أن تحدث . كما إنك للأسف محق تماما فيما قلته بالنسبة للعمل والمسؤولية المشتركة . ولكن هل تعد الهجرة حماية ضد كل هذا ؟ إن لدى الانطباع في الوقت الحالي أن التطور سوف يسير بطريقة أبطأ ، حتى لو أن الحكومات قد رغبت بالحاح شديدا في العمل في هذا الاتجاه وأن الحرب سوف تنتهي اذن قبل الوصول إلى التطبيق التكنولوجي للطاقة النووية . وأيضا هنا فأنني لا أستطيع الجزم بالمستقبل . ولكن التطبيقات التكنولوجية تستغرق عادة عددا من السنوات والحرب بالتأكيد ستأتي إلى نهايتها بسرعة » .

فيرمي : « ألا تعتبر أنه من المحتمل أن يكسب هتلر الحرب ؟ » .  
هيزنبرج : « لا ، إن الحروب الحديثة تقاد بالتكنولوجيا ، ولأن سياسة هتلر قد عزلت ألمانيا عن كل الدول العظمى الأخرى ، فإن الجهد التكنولوجي على الجانب الألماني أقل بكثير منه على جانب الأعداء المحتملين . إن هذا الموقف واضح لدرجة أنني أحيانا أميل إلى الأمل أن هتلر - خلال معرفته للحقيقة - سوف يمتنع عن المخاطرة في دخول الحرب . ولكن ذلك كله الآن يعتبر حلما محضاً ، وذلك لأن رد فعل هتلر ليس عقلانيا ، ولعله سوف لا يريد ببساطة رؤية الواقع » .

فيرمي : « وبالرغم من هذا فإنك ترغب في العودة إلى ألمانيا ؟ » .  
هيزنبرج : « أنني لا أعرف ما إذا كان السؤال يجب أن يوضع هكذا ، وأعتقد أن كلا منا يجب أن يلتزم بقراراته . لقد ولد كل منا في بيئة محددة وله حيز لغوي وفكري محدد ، وإذا لم يخل نفسه مبكرا من هذه البيئة فإنه سيتزعزع كأحسن ما يكون في هذا الحيز وأنه

سيمكنه التأثير فيه كأحسن ما يكون . انه لمن المعروف من تجارب التاريخ أن كل بلد سوف تجتاحتها مبكرا أو مؤخرا الثورة والحرب وبالطبع فانه ليس من النصيحة المترتبة الهجرة في كل مرة قبل وقوع أى منهما . ان الجميع لا يستطيعون بالقطع الهجرة وعلى الناس اذن أن يتعلموا منع وقوع الكارثة بقدر الامكان وليس الهرب منها ببساطة . ربما يكون المطلوب بالعكس هو أن يتحمل كل انسان عبء الكوارث في بلده ، لأن ذلك يعتبر حثا له على اتخاذ الاجراءات اللازمة قبل ذلك لمنع وقوع الكارثة . بالطبع فان مثل هذا الطلب يعتبر جائرا ، وذلك لأنه في كثير من الأحيان لا يستطيع الفرد أيضا بمجهوده أن يعمل شيئا ضد الأغلبية الكبرى من شعبه تأخذ طريقا خاطئا تماما ، كما أنه بالمثل من غير الممكن مطالبتة بأن يتغاضى عن انقاذ نفسه شخصيا اذا لم يستطع ايقاف زحف الآخرين . اننى أريد فقط أن أقول : انه لا توجد مقاييس عامة يمكن للانسان أن يوجه نفسه وفقا لها . ان على الانسان أن يتخذ قرارا لنفسه فقط ، وهو بالطبع لا يستطيع الجزم ، بأن قراره كان عادلا أو ظالما . ربما يكون ما يفعله الانسان هو كلاهما .

وبناء على ذلك فقد اتخذت قرارى منذ بضع سنوات بالبقاء في ألمانيا . وقد يكون هذا قرارا خاطئا ولكننى أعتقد أنه لا يجب على أن أغيره الآن . لقد كنت أعرف آنذاك أنه سيحدث ظلم وحزن كبيران ، واذن فان شيئا لم يتغير في مسببات قرارى .

فيرمى : « ان هذا لمؤسف حقا ، ولكن ربما نتقابل بعد الحرب مرة أخرى » .

قبل رحيلى من نيويورك قمت باجراء حديث مشابه مع « بجرام (Pegram) ، الفيزيائى العملى فى « جامعة كولومبيا » (Columbia) الذى كان أكبر سنا وأكثر تجربة منى والذى كانت نصيحته تهمنى للغاية . أثناء الحديث معه تطرقنا الى موضوع هجرتى لأمريكا وقد أثبتت عليه رغبته فى نصيحتى ولكننى فى النهاية لم أكن سعيدا لقصورى فى توضيح أسباب اقلاعى عن ذلك . لم يكن مفهوما لبجرام أن انسانا يرغب فى العودة الى بلده مادام يقتنع أن هزيمتها محققة فى الحرب الآتية مباشرة .

فى الأيام الأولى من أغسطس عام ١٩٣٩ أبحرت بالسفينة « أوربا » المتجهة الى ألمانيا ولم يكن فوق ظهرها الا القليل من العائدين وقد أكد خاؤها كل الحجاج التى عددها كل من فيرمى وبجرام أمامى . فى النصف الثانى من أغسطس قمنا أنا وأسرتى بتأثيث بيتنا الريفى فى أورفيلد (Urfeld) . وفى صباح الاول من سبتمبر نزلت من بيتنا هذا الى

مكتب البريد لجمع خطاباتي هناك عندئذ خرج مدير فندق « تسوربوست (Zur Post) » على مهلا : « هل تعرفون أن الحرب قد بدأت فعلا ضد بولندا ؟ » وما أن رأى الامتعاضة على وجهي الا أضفاف معزيا « ولكن بالتأكيد ، ياستيادة الأستاذ ، أن الحرب ستنتهى بعد ثلاثة أسابيع فقط » .

بعد بضعة أيام من اندلاع الحرب واصلنى أمر الاستدعاء الذى كان - على عكس ما كنت متوقعا - يحتوى على اشارة بالتوجه مباشرة الى مركز قيادة التسليح فى برلين وليس الى « جيبير جرياجرن » (Gebirgs jagern) حيث قضيت فترة الخدمة العسكرية . عند وصولى الى برلين عرفت على الفور أننى ساعمل مع مجموعة من الفيزيائيين الآخرين حول قضية الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية . وأن كارل فريدريش قد حصل على أمر استدعاء مماثل ، ومن ثم فقد سنحت لنا الفرصة فى الأوقات التالية فى برلين للتفكير والحديث حول الأوضاع التى فرضت علينا . وإننى سأحاول الآن تلخيص الأفكار المختلفة والأحاسيس التى شغلتنا فى تلك الفترة من خلال نص واحد .

**هيزنبرج :** « انك اذن عضو معى فى « اتحاد اليورانيوم (Uranverein) » وبالتأكيد فانك قد فكرت كثيرا فيما يجب القيام به ازاء الواجب المقرر علينا هنا . ان الموضوع بلا شك يستهدف فيزياء مثيرة للغاية ، ولو اننا فى حالة سلم وكان الهدف سلميا ، لسررنا جميعا للمشاركة فى العمل فى مشكلة يمثل هذه الأهمية . ولكننا الآن فى حالة حرب وكل ما سنفعله يمكن أن يؤدى بنا أو بآخرين الى خطر رهيب ، ومن ثم لا بد علينا أن نترى فيما سنفعله » .

**كارل :** « انك محق فى هذا بالتأكيد ، وقد فكرت فى احتمالات الهروب من هذا الواجب بأى طريقة ، ربما أستطيع - بلا صعوبات كثيرة - التطوع للذهاب الى الجبهة ، أو ربما أستطيع العمل فى تطور تكنولوجى آخر . ولكننى توصلت الى أننا يجب أن نعمل فى مشروع اليورانيوم ، وذلك لأن هذا المشروع له احتمالات متطرفة . وبما ان الاستغلال التكنولوجى للطاقة الذرية مازال غير ممكن فإنه ليس من المضر أن تهتم بهذا الموضوع الآن . ان هذا المشروع يعطينا أيضا فرصة الخروج بالشباب الموهوب - الذى كنا قد كسبناه لمجال الفيزياء الذرية خلال السنوات العشرة السابقة - من الحرب بدون التهديد بالخطر نسبيا . ومن ناحية أخرى اذا كانت التكنولوجيا الذرية بصدده الاكتشاف فإنه من المستحسن الوصول الى القدرة على التأثير فى تطورها بدلا من ترك ذلك لآخرين أو للصدف . بالطبع فإننا لا نعرف لاي فترة سنستطيع كعلماء التحكم فى مثل هذه



التطورات . ولكن لعلنا نأمل فى مرور فترة زمنية طويلة يتمكن فيها الفيزيائيون من التحكم الحقيقى فى الأحداث .

هيزنبرج : « ان هذه الفترة تصبح مفيدة فقط اذا أمكننا بناء علاقة وثيقة بين الجهات الرسمية فى مركز قيادة التسليح وبيننا . ولكنك تعرف أن « الجستابو » (١) (Gestapo) قد حقق معى لمرات عديدة قبل سنة من الآن . واننى لأتذكر بألم السرداب فى « شسارغ برنس - البريشست » الذى كتب على جدرانه بخط عريض « تنفس بعمق وهدوء » . واذن فأننى لا أستطيع تصور قيام مثل هذه العلاقة الوثيقة .

كارل : « ان الثقة لا تقوم بين جهات معينة ، ولكن دائما بين الناس . فلماذا اذن لا يمكن أن يوجد فى مركز قيادة التسليح أناس يرغبون فى مقابلتنا بلا أحكام مسبقة ويريدون التشاور معنا بتعقل حول ما يمكن عمله بهذا الصدد . ان هذا بالقطع مهم لنا جميعا من الناحية الأساسية .

هيزنبرج : « ربما ، ولكن ذلك يعتبر لعبة خطيرة للغاية .

كارل : « ان هناك درجات مختلفة للثقة ، وقد تكون الدرجات المحتملة هنا كافية لمنع أى تطور غير عقلى . ولكن ترى ما هو رأيك فى الناحية الفيزيائية لمشكلتنا ؟ »

لقد حاولت مع كارل فريدريش مناقشة النتائج الأولية للأبحاث النظرية التى قمت بها خلال الأسابيع الأولى من الحرب والتى تعتبر جولة فيزيائية استكشافية فى اطار المشكلة تحت الاعتبار .

هيزنبرج : « يبدو أنه من غير الممكن اجراء تفاعل متسلسل بواسطة اليورانيوم الموجود فى الطبيعة عن طريق استخدام نيوترونات مسرعة ، واذن لا يمكن عمل قنبلة ذرية . ان هذا لحظ رائع . ان اجراء مثل هذا التفاعل المتسلسل يستلزم استخدام يورانيوم (٢)

---

(١) اختصار لـ Geheime Staat spofizei أى شرطة الدولة السرية ، أو المخابرات العامة فى أيام هتلر .

(٢) يتحدد كل عنصر فى الطبيعة عن طريق عدد البروتونات الموجودة فى النواة أو عدد الاليكترونات الدائرة حولها . غير أن هناك ذرات مختلفة لها نفس عدد البروتونات ( أو الاليكترونات ) ولكن بأعداد مختلفة من النيوترونات ويشار الى مثل هذه الذوات ( المختلفة فى الثقل فقط ) بأنها ايزوتوبات (Isotopen) للعنصر واحد ، مثل اليورانيوم الطبيعى ( اويورانيوم ٢٣٨ ) ويورانيوم ٢٣٥ .

٢٣٥ الخالص ، أو النقى لدرجة كبيرة جدا . وعملية التنقية هذه تحتاج ، إذا كان ذلك ممكنا على الإطلاق ، الى عمليات تكنولوجية معقدة للغاية . ولكن لعل هناك عناصر أخرى - تؤدي الى هذا الغرض ، ولكن عملية استخلاصها ترتبط بنفس الصعوبة على الأقل . ان هذا النوع من القنابل الذرية سوف لا يتوفر اذن في الفترة التالية ، لدى الانجليز أو الأمريكان أو لدينا نحن . بيد أنه اذا أمكن خلط اليورانيوم الطبيعي « بمادة مفرملة » (Biems substanz) التي من شأنها المفرملة السريعة لكل النيوترونات المحررة خلال عملية الانشطار ، وهذا يعنى خفض سرعتها الى سرعة « الحركة الحرارية » « Warme bewegung » ، فربما نستطيع بدء تفاعل متسلسل يزودنا بطاقة يمكن التحكم فيها . ولكن بالطبع يجب على هذه المادة المفرملة ألا تحجز كل النيوترونات ، أى يجب علينا استخدام عناصر لها قدرات صغيرة على امتصاص النيوترونات ، ومن ثم فإن الماء العادى ليس ملائما ، ولكن ربما يكون الماء الثقيل (Schweres Wasser) أو الكربون النقى للغاية ، على شكل جرافيت مثلا ، ملائما لهذا الغرض . ان هذا يمكن اختباره فى الأيام القادمة . اننى أعتقد أننا نستطيع بضمير راض ، أيضا أمام الجهات التى كلفتنا بالمهمة ، أن نركز عملنا على التفاعلات المتسلسلة التى تتم فى فرن اليورانيوم (Uranbrenner) هذا وأن نترك السؤال حول استخلاص اليورانيوم ٢٣٥ للآخرين . وذلك لأن هذا الفصل الايزوتوبى سيؤدى - اذا كان يمكن اجراؤه قطعيا - فقط بعد وقت طويل جدا الى نتائج يمكن أخذها فى الاعتبار من الناحية التكنولوجية .

**كارل :** « انك تعتقد اذن ، أن التكاليف التكنولوجية لفرن اليورانيوم - اذا أمكن بناءه بالمره ، أقل بكثير من تكاليف القنبلة الذرية ؟ » .

**هيزنبرج :** « نعم ، ان هذا يبدو لي مؤكدا . ان عملية فصل ايزوتوبين مثل يورانيوم ٢٣٥ ، ويورانيوم ٢٣٨ ، الثقيلين واللذين يعتبران متقاربين جدا فى الكتلة ، تعتبر مشكلة تكنولوجية مخيفة خصوصا اذا كان المطلوب هو الحصول على عدة كيلو جرامات من اليورانيوم ٢٣٥ . ولكن بالنسبة لفرن اليورانيوم فربما تنصب المشكلة فقط على تحضير اليورانيوم الطبيعى النقى جدا كيميائيا والجرافيت والماء الثقيل بكتل تقدر بعدة أطنان . ولكن التكاليف يمكن أن تكون أقل بمقدار مائة أو ألف مرة من العملية الأخرى . اننى أرى اذن أنه ينبغي عليكم فى « معهد القيصر فيلهلم » (Kaiser-Wilhelm Institut) ببرلين وعلى مجموعتنا فى لپزيغ تركيز جهودنا أولا على الأبحاث

التحضيرية لفرن اليورانيوم . وبالطبع يتحتم علينا زيادة التعاون العلمى فيما بيننا » .

كارل : « ان ما تقوله يعتبر واضحا تماما كما أنه يبعث على الراحة أيضا ، خصوصا وأن العمل فى فرن اليورانيوم سيصبح مفيدا فيما بعد الحرب . فاذا وجدت فى المستقبل تكنولوجيا ذرية سلمية ، فانها لا بد وأن تنطلق من فرن اليورانيوم الذى يمكن اعتباره عندئذ مصدرا للطاقة فى المفاعلات (Kraftwerken) ومكنات السفن- وفى أهداف أخرى مماثلة . وربما تؤدي الأعمال أثناء الحرب الى تدريب فريق من الشباب العارفين ببدايات التكنولوجيا الذرية والذين قد يصبحون بذرة للتطور التكنولوجى فى المستقبل . اذا أردنا متابعة هذا الخط فان علينا الحديث أقل ما يمكن ، بل مجرد الإشارة الجانبية ، أثناء مباحثاتنا مع مركز قيادة التسليم عن احتمالات تصنيع القنبلة الذرية . بالطبع يجب علينا باستمرار وضع هذه الاحتمالية أمام أعيننا وذلك حتى نكون مستعدين لما قد يكون الجانب الآخر يقوم به فعلا . اننى أعتبر أيضا أنه من غير المعقول تاريخيا أن تنقر حربنا الحالية عن طريق اكتشاف القنبلة الذرية . ان هذه الحرب شبت عن طريق قوى غير عاقلة ، استنادا على الآمال الاوتوبية (Utopische Hoffnungen) للشباب وعلى أحقاد كريمة لطبقة من العجائز بحيث ان حسم قضية السلطة عن طريق القنبلة الذرية سوف لا يساعد كثيرا فى حل المشاكل بالمقارنة بحسمها عن طريق تقرير المصير أو الانهيار الكامل . ولكن الوقت بعد الحرب يمكن أن يتسم بالتكنولوجيا الذرية والخطوط التقدمية التكنولوجية الأخرى » .

هيزنبورج : « انك اذن تأخذ فى حسابك احتمال كسب هتلر للحرب ؟ » .

كارل : « لقول الصديق ، فانه لدى شعورا متناقضا حول هذا الموضوع . ان كل القادرين على اطلاق أحكام سياسية الذين أعرفهم جيدا ، وفى مقدمتهم أبى (١) لا يعتقدون ان هتلر يستطيع أن يكسب الحرب . وقد اعتبر والدى دائما أن هتلر رجل مجنون ومجرم لا يمكن أن يؤدي بنا الا الى نهاية سيئة ، ولم يتخل عن اقتناعه هذا أبدا . ولكن لو أن ذلك يمثل الحقيقة كلها ، لكان نجاح هتلر حتى الآن غير منطقى بالمرّة . ان أى مجنون آثم لا يستطيع أن يقيم

---

(١) Ernst Von Weizacker (١٨٨٢/٥/١٢ - ١٩٥١/٨/٤) وزير دولة للشئون

الخارجية فى حكومة هتلر .



ما أقامه هتلر . اننى أشعر منذ سنة ١٩٣٣ ، أن نقاد هتلر من المحافظين والأحرار لم يفهموا أبدا شيئا هاما عنه يعتبر السبب فى سلطانه الروحى على الناس . ولكننى لا أزعج أننى أفهم أيضا . بل أحس فقط بهذا السلطان . لقد خيب التوقعات دائما من خلال نجاحه ، وربما سيتمكن من ذلك مرة أخرى الآن أيضا .

هيزنبرج : « لا ، خصوصا اذا لعبت قضية السلطة الى نهايتها ، وذلك لأن الجهد العسكرى التكنولوجى للجانب الانجليزى - الأمريكى يفوق بمراحل كثيرة الجهد الألمانى . اننا نستطيع على الأكثر التفكير فى أن الجانب الآخر سيتخوف - بناء على أسباب سياسية ترتبط بالمستقبل البعيد - من قيام منطقة خالية من السلطة السياسية فى وسط أوروبا . بيد أن تفاقم خبث النظام الاشتراكى القومى ، خصوصا فى مسألة الأجناس ، ستمنع باحتمال كبير مثل هذه المخارج . ان أحدا لا يعرف بالطبع مدى سرعة وصول الحرب الى نهايتها . وربما أكون مخطئا فى تقديرى لقوة المقاومة لجهاز السلطة الذى بناه هتلر . ولكن على كل حال ، يجب علينا فى كل ما نقوم به الآن ، التفكير قبل كل شئ فيما بعد الحرب . »

كارل : « ربما تكون محقا فى ذلك . ولعلنى وقعت خفية فريسة لرغبة لاشعورية ، فبقدر أننا لا نأمل فى أن يحقق هتلر النصر ، بقدر ما لا نأمل أن تلحق الهزيمة الكلية ببلدنا بكل عواقبها السيئة . ان لم نحصل بالطبع فى وجود هتلر على حل سلمى وسط . ولكن أيا كانت النهاية فإن حتمية الاستعداد من الآن للبناء بعد الحرب تعتبر قضية مؤكدة . »

بدأت التجارب العملية فى ليبزيغ وبرلين بعد وقت قصير ، فقمنا بالاشتراك فى القياسات اللازمة لدراسة خواص الماء الثقيل التى قام بها « دوبيل » (Doppel) فى ليبزيغ بعناية فائقة ، بينما واطبت على السفر الى برلين لمتابعة الأبحاث فى معهد القيصر فيلهلم فى داليم (Dahlem) التى اشترك فيها عدد من معاونى السابقين والأصدقاء . مثل « كارل فيرتز » (Karl Wirtz) ، بالإضافة لكارل فريدريش .

لقد كان من دواعى الاحباط الشديد لى أننى لم أستطع فى ليبزيغ جذب هانس أويلر الى العمل معى فى مشروع اليورانيوم . ان الأسباب التى دعت الى ذلك يجب أن تذكر بشئ من التفصيل . فى الأشهر التى قضيتها فى أمريكا قبل الحرب أقام أويلر صداقة وطيدة مع واحد من طلاب الدكتوراه فى مجموعتنا وهو الفنلندى « جرونبلوم » (Gronblom) . لقد كان جرونبلوم شابا مليئا بالصحة والحيوية ينبعث من وجهه المشرق .

احساس بالتفاؤل وبأن العالم فى النهاية ملئ بالخير وأنه يستطيع انجاز  
شيء حسن فيه ربما كانت مفاجأة له ، كابن لأحد رجال الأعمال الفنلنديين  
الأثرياء ، التعرف على شيوعى مقتنع والتفاهم معه بهذا القدر الحسن ،  
ولكن نظرا لأن القيمة الانسانية بالنسبة لجرونبلوم كانت أهم بكثير من  
الاتجاه الفكرى أو العقائدى فقد قبل أويلر كما هو بكل البشاشة وسعة  
الصدر المتوفرة لدى الشباب . لقد كانت ضربة قوية لأوديلر فى بداية  
الحرب أن روسيا الشيوعية قد اتحدت مع هتلر على تقسيم بولندا  
(Polen) . بعد أشهر قليلة من الحرب هاجم الروس فنلندا واستدعى  
جرونبلوم لوحده العسكرية من أجل الدفاع عن حرية بلاده . ومن خلال  
هذا الحادث وقع تغيير عميق على أويلر ، فأصبح قليل الكلام ، وشعرت  
أنه لم يعد يعزل نفسه عنى فحسب ولكن عن كل أصدقائه الآخرين بل  
وعن العالم كله .

لم يكن أويلر قد استدعى حتى هذه اللحظة للخدمة العسكرية نظرا  
لصحته المتدهورة ، ولكننى كنت مهموما بأن ذلك قد يحدث فى المستقبل  
ولذلك فقد سألته ذات يوم السماح لى بضمه الى مشروع اليورانيوم .  
عندئذ فاجأنى بخبر تطوعه الى سلاح الطيران ، ثم بدأ يهدى من روعى  
ذاكرا الأسباب التى أدت الى ذلك بالتفصيل .

**أويلر :** « انك تعرف أننى لم أقم بذلك للدفاع من أجل النصر . ذلك  
أننى أولا لا أعتقد فى هذا الاحتمال وثانيا فان نصر المانيا  
الاشتراكية القومية يعتبر بالنسبة لى شيئا سيئا تماما كنصر  
الروس على فنلندا . ان الكراهية المسافرة التى يحطم بها أصحاب  
السلطة - فقط من أجل المحافظة عليها - كل القوانين الانسانية  
التي وعدوا بها شعوبهم ، لم تعد تفسح أى مجال للأمل . ومن ثم  
فقد قررت التطوع لدى وحدة عسكرية لا يكون واجبى فيها هو قتل  
أشخاص آخرين ، ولكن هدفها فقط هو الرحلات الجوية الاستكشافية  
التي ربما أسقط فى احدها ، ولكن لا يتحتم على اطلاق مقذوف  
واحد أو القاء القنابل . واذن فان واجبى بهذا القدر يعتبر على  
مايرام . بيد أننى فى هذا البحر من اللا معنى لم أعد أعرف جدوى  
بقائى هنا والقيام بأبحاث حول استغلال الطاقة الذرية » .

**هيوزنبرج :** « بالنسبة للكارثة التى تمر بنا الآن ، فإنه لا يوجد بيننا من  
يستطيع عمل شيء ما . أنت لا تستطيع وأنا أيضا . ولكن الحياة  
ستأخذ مجراها مرة أخرى بعد ذلك هنا فى ألمانيا وهناك فى روسيا  
 وأمريكا وفى كل العالم ، وسيسقط حتى ذلك الحين أناس

كثيران ، أبطالا وغير أبطال ، مجرمين وغير مجرمين . ولكن الناجين من الكارثة سيتحتم عليهم محاولة بناء عالم جديد أفضل . وحتى هذا العالم الجديد سوف لا يكون أفضل كثيرا من العالم القديم ، وعندئذ سيعرف الجميع أن الحرب لم تحل أى مشكلة تقريبا . ولكن الناس فى العالم الجديد سيحاولون تلافى بعض الأخطاء وأداء أشياء كثيرة بطريقة أحسن . فلماذا لا تريد البقاء مع هذا العالم الجديد ؟

**أويلر :** « اننى لا أريد توجيه اللوم لأحد ، يعتبر أن هذا واجب له . ان من كان مستعدا فى الماضى ليتلاءم مع قصور التصرفات والعلاقات ومن فضل الخطوات الوثيدة الشاقة على الثورة من أجل تحقيق ما هو أفضل ، فانه سيمرى ما يعضد تراجعه فى المستقبل ، وهو سيقوم بعد الحرب بعمل الخطوات الوثيدة الشاقة مرة أخرى ، وربما تكون هذه الخطوات بمرور الوقت أحسن بكثير من كل الثورات . ولكن بالنسبة لى فائنى أرى كل ذلك بطريقة مختلفة . لقد كنت أمل أيضا أن الأفكار الشيوعية تستطيع تجديد الحياة المشتركة بين الناس من الناحية المبدئية ، ومن ثم فائنى لا أريد أن تكون الأمور سهلة بالنسبة لى عن كثير من الأبرياء الآخرين ، الذين يضجى بهم على كل الجبهات سواء فى بولندا ، فنلندا ، أم فى أى مكان آخر . اننى أرى هنا فى ليبزيج أن بعض الزملاء فى المعهد قد أعفوا من الخدمة العسكرية وهم يحملون فى نفس الوقت شارات الحزب الاشتراكى القومى ويعتبرون مذنبين فى إقامة الحرب أكثر من الآخرين . اننى أجد أن هذه الأفكار لا تطاق ، واننى لأريد - على الأقل بالنسبة لى شخصيا - أن أكون مخلصا لآمالى . اذا أراد أحد أن يحيل العالم الى بوتقة ، فعليه أن يكون مستعدا لالقاء نفسه فيها . انه يتحتم عليك أن تفهم هذا . »

**هيزنبرج :** « بلى ، اننى أفهم هذا جيدا جدا . ولكن لكى نظل مع صورة البوتقة ، دعنى أقول : أن على الانسان أن يأمل أن المادة المنصهرة ستأخذ الشكل الذى تمناء الانسان عندما تتجمد مرة ثانية ، وذلك لأن القوى المسيطرة فى حالة التجمد تنبع من آمال كل الناس وليس فقط من أمل الانسان ذاته . »

**أويلر :** « لو أن لدى مثل هذه الآمال ، لتصرفت بطريقة مختلفة . ولكننى المس عقم ما يحدث حولى ، أكثر من أننى أستطيع تجميع قوتى من



أجل المستقبل • ولكننى اعتبره شيئاً حسناً عندما تفعل أنت ذلك •

لم أنجح اذن فى اثناء أويلر عن رأيه ، الذى ذهب بعد وقت قصير الى فينا للتدريب وكانت خطاباتى فى البداية كثيفة مثل محاورتنا قبل سفره ولكنها أصبحت بمرور الوقت أكثر حرية وانطلاقاً • لقد قابلته مرة أخرى فى فينا عندما كنت ألقى بعض المحاضرات هناك فدعانى الى كوب من « الهويريجين » (Heurigen) فى كازينو يقع فوق التل خلف « جرينتسنج » (Grinzing) ولم يرغب أثناء هذه المقابلة فى الحديث عن الحرب • وبينما كنا ننظر الى المدينة أسفل الجبل رعدت فجأة طائرة على بعد أمتار قليلة فوق رؤوسنا • عندئذ ضحك أويلر ، لقد كانت احدى الطائرات لسربه وأراد قائدها أن يرسل بتحياته الينا •

فى نهاية مايو عام ١٩٤١ كتب أويلر لى مرة أخرى من الجنوب لقد كان واجب سربه هو القيام بطلعات استكشافية من اليونان فوق جزر « كريت » Kreta و « آجيس » Agais • كان خطابه مكتوباً برصانة من رأى الحاضر فقط ، ليس الماضى ولا المستقبل : « بعد أربعة عشر يوماً فى اليونان كنا قد نسينا كل شىء تقريباً ، أى موقع رائع يحتله هذا الجنوب ! • حتى أيام الأسبوع لم نعد نعرف أسماءها • اننا نسكن فى فيلا على خليج « ايليوسيس » (Eleusis) ، وعندما لا يتحتم علينا الاقلاع بطائراتنا فاننا نستمتع بالحياة الرائعة فوق الموجات الزرقاء وتحت أشعة الشمس الفاتنة • لقد استطعنا أخيراً الحصول على مركب شراعى ، كما أننا مسرورون لرحلاتنا التى نحضر فيها اللحم والبرتقال • اننا جميعاً نتمنى أن نظل هنا الى الأبد • ان لدينا فسحة قليلة من الوقت للحلم بين الأعمدة المرمرية ، ولكن تحت الجبال وبين الأمواج لم يعد هناك فارق بين الماضى والحاضر •

عندما أمعنت التفكير فى التحولات التى طرقت على هانس أويلر عادت أفكارى مرة أخرى الى محاورتى مع نيلز بوهر عند الأوريزوند (Oresund) وتذكرت من قصيدة شيلر (Schiller) الشعرية - التى ردد نيلز بعض أبياتها حينذاك - المقطع التالى :

لقد رمى بكروب الدهر خلفه  
لم يعد ثمة ما يخيفه ، ما يهمله  
انه يتحدى قدره بجسارة  
ان لم تصب اليوم ، فلعلها تصيب غداً

وان كانت ستصيب غدا ، فدعونا اليوم

نُسعد ببقية الزمن الرائع •

بعد بضعة أسابيع من هذا الخطاب بدأت الحرب مع روسيا ولم تعد  
طائرة أويلر من الطلعة الاستكشافية الأولى فوق خليج البحر الأسود  
(Asowsche Meer) ومنذ ذلك الحين لا يوجد أثر للطائرة ولا لراكبيها •  
حتى جرونبلوم صديق أويلر سقط شهيدا بعد بضعة أشهر •

## ١٥ - الطريق الى بداية جديدة

( ١٩٤١ - ١٩٤٥ )

بالقرب من نهاية عام ١٩٤١ كانت الأسس الفيزيائية للاستغلال التكنولوجي للطاقة الذرية قد كشفت لمدي بعيد بالنسبة لاتحاد اليورانيوم الذي أنتمى اليه . لقد عرفنا أننا نستطيع بناء مفاعل ذري (Atomreaktor) باستخدام اليورانيوم الطبيعي والماء الثقيل ، لتزويدنا بالطاقة وأن في مثل هذا المفاعل يتكون - كنتيجة للتفاعل - اليورانيوم ٢٣٩ الذي يعتبر - تماما مثل يورانيوم ٢٣٥ - ملائما كمادة انفجار (Springstoff) في بناء القنبلة الذرية . في بداية المشروع ، أى في نهاية ١٩٣٩ ، كنت قد خمنت استنادا الى أسس نظرية أنه يمكن استخدام الكربون النقي كمادة مفرملة بدلا من الماء الثقيل . ولكننا بناء على قياسات غير دقيقة - كما ثبت بعد ذلك - للصفات الامتصاصية التي تمت في أحد المعاهد الأخرى ذات السمعة الطيبة قمنا باغلاق البحث في هذا الاتجاه قبل الأوان وعدم اختيار نتائج هذا المعهد بأنفسنا .

لم تكن لدينا أى طريقة ميسرة آنذاك لاستخراج اليورانيوم ٢٣٥ باستخدام التكنولوجيا المتوفرة في ألمانيا أثناء الحرب بتكاليف معقولة بحيث تؤدي الى كميات معقولة من هذا العنصر . ولأن استخراج مادة التفجير الذري من المفاعلات بدت لنا ممكنة فقط من خلال العمل لسنوات



طويلة في مفاعلات ضخمة ، فقد تأكدنا أن تصنيع القنابل الذرية سوف يصبح محتملا فقط عن طريق انفاق تكاليف تكنولوجية باهظة . ويمكنني القول بتلخيص أكثر . أننا كنا نعرف في هذا الوقت ، امكانية تصنيع القنبلة الذرية من الناحية المبدئية وقد عرفنا أيضا طريقة واقعية للوصول الى ذلك ولكننا قدرنا التكاليف التكنولوجية المطلوبة أكثر مما يلزم بالفعل . ومن ثم فقد كان موقفنا الممتاز يتلخص في اننا نستطيع اخبار حكومتنا بصدق حول موقف المشكلة وفي نفس الوقت كنا متأكدين أنه لم يعد من الممكن تنظيم محاولة جادة لبناء القنبلة الذرية في ألمانيا ، وذلك لأن مثل هذه التكاليف التكنولوجية الباهظة اللازمة للوصول الى هدف غير موثوق به ، كانت بالنسبة للحكومة الألمانية غير مقبولة نظرا لحالة الحرب المتوترة . بالرغم من ذلك فقد كان لدينا الشعور ، أننا نشترك في تطور علمي - تكنولوجي خطر وقد كانوا على الخصوص كارل فريدريش فون فايتسبكر ، كارل فيرتس ، « ينسين » (١) (Jensen) و « هاوترمانز » (٢) (Hautermans) الذين تشاروت معهم حول قضية ما اذا كان مسموحا (٣) التصرف بالطريقة التي عزمنا عليها أم لا .

اننى استطيع ان اذكر حديثا مع كارل فريدريش في حجرتى في معهد القيصر فيلهلم للفيزياء فى واليم الذى دار بعد ان تركنا ينسين مباشرة . لعل كارل فريدريش قد بدا بالاستنتاج التالى :

كارل : « اننا على كل حال لا نعتبر فى منطقة الخطر بالنسبة لبناء القنابل الذرية وذلك لان التكاليف التكنولوجية اللازمة تبدو كبيرة جدا لدرجة أننا لا يمكننا أخذها فى الاعتبار بالفعل . ولكن حتى هذا يمكن أن يتغير بمرور الوقت . هل يعتبر تصرفنا سليما اذا استمر عملنا فى هذا الميدان ؟ وما الذى سيفعله زملاؤنا فى أمريكا ؟ هل سيركزون بكل قوة على القنبلة الذرية ؟ ، لقد حاولت أن أضع نفسى فى مكان العلماء الأمريكين :

هيزنبرج : « ان الموقف النفسى للفيزيائيين فى أمريكا ، خصوصا أولئك الذين هاجروا من ألمانيا ، يعتبر مختلفا تماما عن موقفنا نحن . انهم حتما مقتنعون بأنهم يكافحون من أجل الخير وضد الشر ، وخصوصا

(١) Hans Daneil Jensen فيزيائى ألماني ( ١٩٠٧/٦/٢٥ - ١٩٧٣/٢/١٢ ) .

(٢) Fritz Georg Hautermans فيزيائى ألماني ( ولد ١٩٠٣ - ) .

(٣) من الناحية الأخلاقية .

المهاجرين فانهم سيشعرون بمسئوليتهم - لأن أمريكا قد ضمتهم كضيوف اليها - في تكريس كل الجهود من أجل أمريكا . ولكن هل تعتبر القنبلة الذرية التي يمكن بها قتل مئات الألوف من المدنيين في ضربة واحدة ، سلاحا ككل الأسلحة ؟ وهل يمكن تطبيق القاعدة القديمة عليها « من أجل الخير يتحتم الكفاح بكل الوسائل بينما من أجل الشر لا ؟ » هل اذن من المسموح ببناء القنبلة الذرية من أجل الخير وليس بناؤها من أجل الشر ؟ واذا سلمنا بهذا الرأي الذي ساد - للأسف - في كل تاريخ العالم ، فمن الذي يقرر أن قضية ما تعتبر خيرا أو شرا ؟ بالنسبة للحالة هنا فانه من السهل اثبات أن قضية هتلر والاشتراكيين القوميين تعتبر شرا . ولكن هل تعتبر القضية الأمريكية خيرا من كل النواحي ؟ ألا يصلح هنا أيضا المبدأ القائل أنه عن طريق اختيار الوسائل يمكن التعرف بما اذا كانت قضية ما خيرا أم شرا ؟ بالطبع فان كل صراع تقريبا يتحتم وأن يدار بوسائل شريرة ولكن ألا توجد هناك درجة للتفرقة التي تبرر بعض الوسائل الشريرة ولا تبرر الأخرى ؟ لقد حاول الانسان في القرن الماضي من خلال الاتفاقيات الدولية وضع حدود لاستخدام الوسائل الشريرة ولكن هذه الحدود تنتهك الآن من هتلر ومن أعدائه أيضا . بالرغم من هذا فأننى أؤمن أن الفيزيائيين في أمريكا أيضا سوف لا يتحمسون لانتاج القنابل الذرية ، ولكنهم بالطبع قد يكونون مدفوعين بعامل الخوف من أننا قد نفعل ذلك هنا ،

**كارل :** « قد يكون من المستحسن لو استطعت الحديث مع نيلز فون كوبنهاجن حول كل هذا . اننى سأكون أسفا اذا كان رأى نيلز مثلا هو أننا نقوم بخطأ هنا وأنه يجب علينا من الأفضل ترك هذه الأعمال حول اليورانيوم »

في خريف ١٩٤١ ، الذى اعتقدنا فيه أننا قد كونا صورة واضحة للتطورات التكنولوجية المحتملة ، تم الاتفاق على أن أقوم ببناء على دعوة من السفير الألمانى فى كوبنهاجن بالقاء محاضرة علمية هناك . وقد كنت أريد بهذا استغلال الفرصة للحديث مع نيلز حول قضية اليورانيوم .

تمت الرحلة - حسب ما أتذكر - فى أكتوبر ١٩٤١ وقمت على الفور بزيارة نيلز فى شقيقته فى كارلسبرج ، ولكننى تناولت الموضوع الخطر أثناء تمشية قمنا بها فى المساء بالقرب من منزله . وقد لزمتم الحذر التام - لتخوفى من أن نيلز مراقب من الجهات الألمانية - كى لا يتيسر

اثبات أقوال محددة في المستقبل . لقد حاولت الإشارة الى نيلز أنه من الممكن مبدئيا تصنيع القنابل الذرية وأنه يلزم لذلك قدر كبير من التكاليف التكنولوجية وأنه على الانسان أن يسأل نفسه كفيزيائي ما اذا كان من المسموح العمل على حل مثل هذه المشكلة . للأسف فقد انتساب نيلز الفرع بعد أول إشارة مني حول الامكانية المبدئية لبناء القنابل الذرية لدرجة أنه لم يتقبل الجزء الأهم في معلومتي وهو أنه يلزم لذلك تكاليف تكنولوجية باهظة . لقد بدا لي من المهم جدا أن هذا الموقف الواقعي قد أعطى الفيزيائيين - لدرجة معينة - امكانية تقرير ما اذا كان يجب عليهم محاولة بناء القنبلة الذرية أم لا ؛ وذلك لأن الفيزيائيين يستطيعون بحق التحجيج أمام حكوماتهم بأن القنابل الذرية ربما لن تلعب دورا أثناء سير الحرب أو أنهم يستطيعون التحجيج بأنها ربما تلعب دورا ولكن ذلك يتطلب مجهودات غير محدودة . كلا الرأيين يمكن تمثيله بضمير راض ، وفي الواقع فقد أثبتت طريقة سير الحرب أنه حتى في أمريكا - حيث كانت الظروف الخارجية للمحاولة أكثر ملاءمة بل ولا يمكن مقارنتها بالظروف في ألمانيا - لم يتم تصنيع القنابل الذرية الا بعد انتهاء الحرب مع ألمانيا .

بيد أن نيلز لم يستطع - تحت تأثير الفرع حول الامكانية المبدئية لبناء القنابل الذرية - تقبل الخط الفكري المشار اليه . وربما قد منعه أيضا الشعور المحق بالمرارة نتيجة احتلال القوات الألمانية لبلاده عن طريق القوة من أن يأخذ قطعيا في الاعتبار امكانية التفاهم بين الفيزيائيين دون النظر الى الحدود الدولية المختلفة . لقد كان مؤلما للغاية بالنسبة لي ان أرى الى أي حد اكتملت العزلة التي قادتنا اليها سياستنا ، والتعرف على حقيقة أن الحرب قد تؤدي أيضا - حتى وان كان وقتيا - الى قطع العلاقات الانسانية التي استمرت لعشرات السنين .

بالرغم من فشل مهمتي في كوبنهاجن فقد كان الوضع بالنسبة لنا ، أعني أعضاء اتحاد اليورانيوم في ألمانيا ، يعتبر سهلا . لقد قررت الحكومة في يونيو ١٩٤٢ أن الأعمال في مشروع المفاعل يجب أن تجري فقط في حدود ضيقة . ولم تعط أمرا بمحاولة بناء القنابل الذرية . وبالطبع لم يكن لدى الفيزيائيين الحافز للعمل على تعديل هذا القرار . بهذا فقد صار العمل في مشروع اليورانيوم في الأوقات التالية استعدادا للاستخدام السلمي للتكنولوجيا الذرية بعد الحرب ، وقد أدى ذلك في حد ذاته - بالرغم من الخراب الذي حل بنا في السنوات الأخيرة من الحرب - الى ثمار مفيدة . وربما يكون من غير الصدفة أن أول مفاعل



ذرى باعته شركة المانية الى الخارج - ( أى الى الأرجنتين ) - كان يحتوى على بطن المفاعل (leaktorkern) الذى خططنا له أثناء الحرب اعتمادا على اليورانيوم الطبيعى والماء الثقيل .

لقد كانت كل أفكارنا اذن موجهة الى البداية الجديدة بعد الحرب. وبهذه المناسبة فان هناك حديثا محيرا ظل عالقا بذاكرتى حتى الآن كنت قد أجريته فى أول اتصال ثنائى مع « أدولف بوتيناند » (١) (Adolf Butenandt) الذى كان يعمل آنذاك بيوكيميائى فى إحدى معاهد القيصر فيلهلم فى داليم . فبالرغم من أننا قد شاركنا سويا فى اللقاءات المتكررة حول القضايا المشتركة بين البيولوجيا والفيزياء الذرية ، الا أننا لم نتقابل فى حوار طويل الا فى الليلة الأولى من أول مارس سنة ١٩٤٣ عندما ذهبنا - بعد غارة جوية - من قلب برلين الى داليم سيرا على الأقدام . كنا قد اشتركنا سويا فى اجتماع للأكاديمية الجوية الذى عقد بالقرب من وزارة الطيران فى ميدان البوتسدام (Potsdamer Platz) حيث ألقى « شاردين » (Schardin) محاضرة حول التأثير الفيسيولوجى (Physiologische Wirkung) للقنابل الحديثة أشار فيها الى أن القتل من خلال الانسداد الوريدى الهوائى (Luftembolie) يمكن أن يحدث أثناء فرقة شديدة بالقرب من الانسان بواسطة الارتفاع المفاجئ فى الضغط الجوى وأنه يعتبر يسير نسبيا وبلا ألم . بالقرب من نهاية الاجتماع سمعنا اشارة الانذار ومن ثم أسرعنا الى السرداب الواقع ضد الغارات الجوية فى الوزارة المزود بالأسرة العسكرية وأجولة القش مما جعله مريحا جدا . كانت هذه هى المرة الأولى التى عايشنا فيها غارة جوية مباشرة ومكثفة . لقد أصابت بعض القنابل مبنى الوزارة ، وسمعنا انهيار الجدران والأسقف . ولم تكن نعرف لوقت طويل ما اذا كان الممر الذى يصلنا بالعالم الخارجى يمكن عبوره قطعيا أم لا . مع الضربات القوية فى بداية الغارة خفت أنوار السرداب وأمكننا اضاءته من وقت لآخر باستخدام بطاريات الجيب . بعد لحظات دخل رجال الاسعاف يحملون امرأة تتأوه من الألم وقاموا بالعناية بها أمامنا . وبينما كنا فى بداية الغارة نثرثر فى أماكن عديدة من المخبأ بل ونضحك أحيانا ، خيم السكون شيئا فشيئا مع زيادة الغارات الجوية بالقرب منا وانتابتنا حالة من الاحباط الشديد . بعد فرقتين شديدتين عملتا على زيادة الضغط الجوى فى السرداب بقدر ملموس سمعنا فجأة صوت أوتوهان ينبعث من أحد الأركان مرددا :

(١) Adolf Friedrich Johann Butenandt ( ١٩٠٣/٣/٢٤ - ) .

« حتى شاردين المخادع لم يعد شخصيا يعتقد في نظريته » . ومع هذه الكلمات غاد الينا ضحكنا وتوازننا مرة أخرى . بعد نهاية الغارة استطعنا بصعوبة أن نجد طريقنا الى الخارج خلال قطع الخرسانة الكبيرة والأعمدة الحديدية . وفجأة أصبحنا أمام منظر مروع ، لقد كان الميدان أمام الوزارة مضيئا بالضوء الأحمر المنبعث من النار التي أصابت كل الأدوار العليا وأسطح المباني المحيطة بالميدان ، وفي أحدها كانت النار قد وصلت بسرعة الى الدور السفلي . فوق أرض الميدان انتشرت مستنقعات الحريق الناتجة من قنابل الفوسفور العديدة . لقد اكتظ الميدان بعد ذلك بالناس الذين يريدون الهرب الى بيوتهم ، بينما كان واضحا أنه لا توجد وسائل مواصلات لنقلهم الى ضواحي المدينة .

تركنا بوتيناند وأنا هذا الحشر من الناس واستطعنا أن نشق طريقنا خلال الممرات المليئة بآثار الهدم الى خارج الميدان بعد أن قررنا قطع الطريق سويا الى بيتينا فوق « الفيشتينبيرج » (Fuchteberg) في داليم . في البداية ، كان أملنا أن الغارة الجوية قد أصابت قلب المدينة فقط وأن منطقة الفيلات التي تقطنها لم تصب ، ولكن على طول نظرنا الذي امتد لبضعة كيلومترات من شارع البوتسدام كانت أكاليل النار تلتهم البيوت على الجانبين ، وقد مضى رجال الحريق يحاولون محاصرتها في بعض المواقع ، غير أن جهودهم بدت سقيمة ومضحكة .

كانت أمامنا ساعة ونصف أو ساعتان من السير للوصول الى داليم ومن ثم فقد طرحنا حديثا طويلا ليس حول أحوال الحرب ، فلم تكن هناك حاجة الى ذلك ، ولكن حول آمالنا وخططنا لأوقات ما بعد الحرب . بدأنا ذلك الحديث بأن طرح بوتيناند السؤال التالي .

بوتيناند : « كيف تحسّم على فرص امكانية البحث العلمي في ألمانيا بعد الحرب ؟ ان معاهد كثيرة سوف تهدم كما أن علماء كثيرين سيقتلون في الحرب ، وسوف يؤدي البؤس العساكر بالكثيرين الى اعتبار المشاكل الأخرى أكثر إلحاحا من متطلبات البحث العلمي . ومن ناحية أخرى فان إعادة بناء البحث العلمي في ألمانيا يعتبر بالقطع واحدا من أهم الأسس للاستقرار المستمر لأحوالنا الاقتصادية وللعضوية الفعالة في المجموعة الأوروبية » .

هيزنبرج : « ان علينا أن نأمل أن يتذكر الألمان عندئذ عملية البناء بعد الحرب العالمية الأولى التي أدى فيها العمل المشترك بين العلم والتكنولوجيا ، مثلا في مجال الصناعات الكيميائية والضوئية ، الدور الأهم . ان الناس في بلدنا سيفهمون بسرعة أنه من غير

الممكن المشاركة في الحياة الحديثة بدون البحث العلمى الناجح ، ولعلمهم سيرون بالنسبة للفيزياء الذرية أن اهمال النظام الاشتراكي القومى الحالى للأبحاث الأساسية قد شارك فى حدوث الكارثة أو لعله كان عرضا من أعراضها . ولكننى اعترف أن هذه النظرة لاتكفينى . ان جذور المأساة تقع بالتأكيد فى مكان أكثر عمقا . ان ما نراه أمامنا هنا يعتبر فقط النهاية الحتمية لخرافة « لعنة الآلهة » (١) (Götterdämmerungs mythos) التى فلسفتها « كل شيء أو لا شيء » (Als oder nichts) ، التى وقع فريستها الشعب الألمانى دائما . الايمان بالقائد ، بالبطل المحرر ، الذى يقود الشعب الألمانى خلال البؤس والخطر الى عالم أفضل نتحرر فيه من كل القيود الخارجية أو الذى يعبر بنا - عندما يحكم القدر - ضدنا - بكل ثقة خلال « نهاية العالم » (٢) (Weltuntergang) ان هذا الايمان الرهيب وما يرتبط به من ادعاءات مطلقة يحطم كل شيء من أساسه . انه يحل محل الواقع خيالات جبارة ويجعل كل امكانية للتفاهم مع الشعوب الأخرى - التى يتحتم علينا أن نعيش معها وبينها - مستحيلا . اننى أريد اذن أن أطرح السؤال هكذا : هل سيصبح الاهتمام بالعلم طريقا لنا بعد أن تتحطم الخيالات بلا رحمة وبلا توقف من خلال الواقع ؛ وهل سيقودنا هذا الطريق الى حكم أكثر اعتدالا وانتقادا للعالم ولموقفنا الذاتى فيه ؟ اننى أفكر اذن فى الناحية التربوية للعلم أكثر من الناحية الاقتصادية ، فى التربية على النقد الذاتى التى يمكننا أن نتوقع الكثير من ثمارها . بالطبع فان عدد الذين يقومون فعلا بعلم نشط ليس كبيرا بالمرّة . ولكن ممثلى العلم فى ألمانيا احتلوا دائما مكانة عالية . لقد كان قولهم مسموعا ، كما أن طريقة تفكيرهم يمكن أن تؤثر على ميادين أخرى .

يوتيناند : « ان التربية على التفكير العقلى ، تعتبر بالقطع فقط حاسمة كما أن أحد واجباتنا الرئيسية بعد الحرب هو خلق حيز كبير لهذا النوع من التفكير . حقيقة يجب أن يكون التطور الحالى للحرب قد فتح عيون أناس كثيرين على الواقع ، مثلا على أن الايمان بالقائد لايحل محل مصدر للمواد الخام ، وعلى أن التطور التكنولوجى والعلمى المهمل لا يستطيع القيام بالعباب سحرية .

(١) خرافة عند الحضارات القديمة يستخدم فيها الصراع بين الآلهة ويؤدى الى هلاك الارض .

(٢) اللحظة التى يختل فيها نظام الكون .



ان نظرة على الكرة الأرضية ، على المنطقة الشاسعة التي تتحكم فيها الولايات المتحدة الأمريكية ، انجلترا ، وروسيا ، وعلى المنطقة الصغيرة جدا التي يمتلكها الشعب الألماني ، كافية للنهي عن المحاولة التي تتم الآن والكف عنها منذ البدء . ولكن التفكير المنطقي المتواضع يبدو صعبا بالنسبة لنا . اننا بالطبع لا ينقصنا العدد الكافي من الناس الأذكياء ، ولكننا كشعب نميل الى أن نفقد أنفسنا في الأحلام ، اننا نعطي للخيال أهمية أكبر من التدبر ونعتبر الأحاسيس أكثر عمقا من الأفكار . ومن ثم فانه من الضروري جدا أن يكسب التفكير العلمي مكانة أعلى ولا بد أن يكون ذلك ممكنا أثناء البؤس والحاجة بعد الحرب .

لقد واصلنا سيرنا بين واجهات البيوت المشتعلة في شارع « بوتسدام » وامتداداته ، « هاوبتشتراس » (Haupt strasse) « وراينشتراس » (Rhein Strasse) ثم « شلوسشتراس » (Schloss strasse) وكنا نتفادى في كثير من الأحيان الضربات الناتجة من العتبات والدعامات المشتعلة أو المحترقة وبقايا الأسقف الساقطة فوق الشارع ، أو كانت نتوقفنا اللافتات والحواجز التي تحذر من القنابل الزمنية . لقد طرأ عطل آخر عندما بدأ حذائي الأيمن في الاحتراق وذلك لأنني قد وطئت بطريق الخطأ فوق كمية من الفوسفور المتفجر . ولحسن الحظ وجدنا بالقرب منا حفرة مائية ، استطعت فيها اطفاء الحريق ثم بدأت مواصلة الحديث .

هيزنبرج : « اننا نحن الألمان نحس غالبا بأن المنطق والحقائق المتكونة في اطار القوانين الطبيعية - حتى هذا الذي نراه أمامنا هنا يعتبر حقيقة واقعة - نوع من الاجبارية أو أنها ضغط نضج أنفسنا بامتعاض شديد تحته . اننا نعلم أن الحرية توجد فقط حيث نستطيع التخلص من هذه الاجبارية ، وهي اذن موجودة في عالم الخيال وفي الأحلام وفي ثمالة التسليم لأوتوبيا (Utopie) معينة وهناك نأمل أن نتمكن أخيرا من تحقيق المطلق الذي نتنبؤه ونحس به والذي يساعدنا دائما على الوصول لأعلى الانجازات ، كما هو الحال في الفن مثلا . بيد أننا لا نشك في أن عملية التحويل الى واقع (das Vervirklichen) تعنى الخضوع لجبريات المطابقات القانونية لهذه القوانين الطبيعية . ذلك أن ما هو واقع بالفعل هو فقط ما هو مؤثر Wirklich is nur was wirkt ، وكل أثر يستند على العلاقة القائمة على أسس قانونية بين الحقائق أو بين الأفكار المختلفة .

ولكن حتي اذا أخذنا في الاعتبار هذا الميل الغريب لدينا نحن الألمان نحو الأحلام والخرافات ، فأننى لا أستطيع أن أرى لماذا يعتبر أناس كثيرون في بلدنا أن التفكير العلمى الذى يبدو ضعيفا ظاهريا يعتبر شيئا خادعا . انه من غير الصحيح أن العلم مبنى فقط على التفكير المنطقى وعلى فهم وتطبيق القوانين الطبيعية الثابتة - فى الواقع فان الخيال يلعب دورا حاسما فى عالم العلم وخصوصا فى العلوم الطبيعية . وذلك لأنه حتى لو كانت عملية الحصول على الحقائق تحتاج الى عمل تجريبي مبنى على المثابرة والعناية الفائقة ، فان تنظيم الحقائق يتم فقط عندما ننغمس فى الاحساس بالظواهر التكرارية أكثر مما ننغمس فى التفكير فيها . وربما يكون علينا نحن الألمان واجب مميز فى هذا الموضع ، وذلك لأن المطلق يؤثر علينا بمثل هذه الفتنة العجيبة .

ان طريقة التفكير النفعى منتشرة فى كل مكان فى العالم الخارجى ، ونحن نعرف من عصرنا ومن التاريخ - فلنفكر مثلا فى الحضارات المصرية والرومانية والانجلو سكسونية - مدى نجاح طريقة التفكير هذه فى التكنولوجيا والاقتصاد والسياسة .

ولكن فى العلم والفن كان التفكير المبدئى (das prinzipielle Denken) كما نعرفه فى شكله الرائع عند الاغريق ، ما زال فى الواقع أكثر نجاحا . عندما تكونت فى ألمانيا الأعمال الفنية والعلمية التى غيرت العالم - ويمكننا التفكير هنا فى « هيجل (١) » ، (Hegel) « وماركس (٢) » (Marx) وفى بلانك وأينشتين ، وفى الموسيقى فى بيتهوفن وشوبرت - فان ذلك كان ممكنا فقط عن طريق العلاقة مع المطلق ومن خلال التفكير المبدئى حتى آخر لحظة . واذن فانه فقط هناك حيث يخضع التطلع الى المطلق الى جبرية الشكل ، فى العلم الى التفكير المنطقى المثابر وفى الموسيقى الى قواعد « علم التوافق » (Harmonielehre) و « علم الكونترا بونكت (٣) » (Kontrapunktik) ، وفقط هناك فى هذا التوتر الشديد يمكن أن تنمو القوة الحقيقية لهذا التطلع . وفى اللحظة التى ينفرط فيها الشكل (٤) ، فان الطريق يودى الى الكارثة ، تماما كما نراه الآن أمام أعيننا

(١) Georg Wilhelm Friedrich Hegel فيلسوف المانى ( ١٧٧٠/٨/٢٧ -

١٨٣١/١١/١٤ )

(٢) Karl Heinrich Marx مؤسس الشيوعية ( ١٨١٨/٥/٥ - ١٨٨٣/٣/١٤ )

(٣) يعنى هذا العلم بدراسة تطور وتعدد خطوات التعلم .

(٤) أى عندما لا يخضع التطلع الى المطلق الى جبرية الشكل ، كان لا يخضع العلم للتفكير المنطقى المثابر .

واننى لست مستعدا لتمجيد هذه الكارثة من خلال مصطلحات مثل لعنة الآلهة أو نهاية العالم » .

أثناء ذلك بدأ حداثى الأيمن مرة أخرى فى الاحتراق وقد كان على أن أبذل بعض المجهود ليس فقط لاطفائه ولكن أيضا لابعاد السائل المحتوى على الفوسفور نهائيا .

**عندئذ قال بوتيناوند :**

**بوتيناوند :** « ان الأمور ستسير على ما يرام لو أننا عنيينا بالحقائق المعطاة مباشرة ولعلنا نأمل بالنسبة للمستقبل فى وجود السياسيين الذين يستطيعون - من خلال خيال مؤثر فى اطار الحقائق القائمة - خلق ظروف مناسبة للحياة للشعب الألماني . أما بالنسبة للعلم فأننى أعتقد أن جمعية القيصر فيلهلم تمثل قاعد انطلاق حسنة نسبيا لإعادة بناء البحث العلمى هنا .

لقد أثرت الهجمات السياسية فى الجامعات أكثر من تأثيرها على جمعية القيصر فيلهلم . واذن فانك ستواجه صعوبات كثيرة . ولكن بالرغم من أنه قد تحتم على جمعيتنا تقديم التنازلات باشتراكها أيضا فى مشروعات التسليح أثناء الحرب ، فان كثيرين من العاملين بها لهم علاقات طيبة بعلماء فى الخارج يستطيعون تقدير قيمة التفكير المثابر فى ألمانيا وفى بلادهم وبالقسط سيكونون مستعدين للمساعدة بعد ذلك .

هل ترى فى ميدانك العلمى فقط تلاحم نسمح بالتعاون السلمى العالمى بعد الحرب ؟ » .

**هيزنبيرج :** « من المؤكد أنه ستوجد تكنولوجيا ذرية سلمية ، بمعنى استغلال الطاقة النووية من خلال عملية انشطار اليورانيوم التى اكتشفها أوتوهان . ولأننا نستطيع الأمل فى أن الاستغلال الحربى المباشر لهذه الطاقة سوف لا يلعب دورا فى الحرب الحالية نظرا للتكاليف التكنولوجية الباهظة ، فانه يمكننا تصور امكانية التعاون الدولى المشترك فى هذا الميدان . ان الخطوة الحاسمة فى اتجاه هذه التكنولوجيا الذرية قد حدثت بالفعل خلال اكتشاف أوتوهان كما أن الفيزيائيين الذريين كانوا يتعاونون دائما فيما بينهم دون الاعتراف بالحدود الدولية » .

**بوتيناوند :** « واذن يجب علينا الانتظار حتى نرى كيف ستسير الأمور



بعد الحرب • وعلى كل حال علينا المحافظة على جمعية القيصر -  
فيلهم •

وهنا ودع كل منا الآخر وانطلق بوتيناند متجها الى داليم بينما  
واصلت السير الى فيشتبيرج حيث كنت لبعض الوقت نزيلا على أهل  
زوجتي •

كنت قد أحضرت منذ بضعة أيام طفلي الكبيرين الى برلين وذلك  
ليتمكننا من تهنئة جدهما بمناسبة عيد ميلاده ومن هنا فقد انتابني القلق  
لما يكون قد حدث لهما ولجديهما أثناء الغارة الجوية • لقد تبدد أملى سريعا  
فى أن فيشتبيرج - على الأقل - قد نجا من الخراب ، حينما رأيت من  
البعد النار تلتهم البيت المجاور لنا مباشرة وتنبعث من سطح بيتنا •

فى اللحظة التى مررت فيها بالمنزل المجاور انطلقت صرخات  
الاستغاثة المدوية ، ولكن كان على أولا رؤية الطفلين وجديهما • لقد  
تحطمت الأبواب والنوافذ فى منزلنا خلال الضغط الجوى للغارة وزاد  
من فزعى أن المنزل والسرداب الواقع من الغارات كانا فارغين من كل أثر  
للإنسان • بعد برهة رأيت والدتي زوجتي تقف فوق الخزانة ، مرتدين  
خوذة فوق رأسها لحمايتها من قوالب الطوب الساقطة ، وتقوم بمكافحة  
النيران بكل شجاعة ، عرفت منها على الفور أن ولدى قد ذهب الى بيت  
مجاور لنا يلى الحديقة النباتية ، كانت أصابته أقل وطأة من منزلنا ،  
وأفهما ينعمان بالهدوء تحت رعاية جدهما وصاحب البيت الوزير  
« شميت - أوت » (Schmidt-Ott)

كانت عملية الإطفاء فى منزلنا قد انتهت تقريبا ولن يبقى سوى  
نزع بعض القوائم الخشبية للسقف وذلك لضمان عدم انتشار الحريق •  
بعد القيام بهذه العملية توجهت الى البيت المجاور لنا استجابة للمصرحات  
العالية •

كان سقف البيت كله قد وقع وتراكمت أجزاءه الملتهبة فى الحديقة  
أمام مدخل البيت مباشرة بينما اشتعلت النيران فى الدور العلوى كله •  
عندما دخلت الى الدور السفلى رأيت فتاة تصرخ من أجل المساعدة وعرفت  
منها أن والدها كان يقف فى الدور العلوى ويحاول مكافحة النيران  
باستعمال دلو صغير ، وكانت سلالم البيت كلها قد احترقت وسقطت  
ولم تعد هناك وسيلة لديها لانقاذ والدها • لحسن الحظ كنت ارتدى  
ملابس التدريب الرياضية وبذلك كنت سهل الحركة • استطعت أخيرا  
تسلق الجدران حتى الدور العلوى ورأيت عندئذ رجلا عجوزا يقف حول

حاجز من النار وهو يحاول بجنون صب الماء من مسافة يقل طولها باستمرار . بعد قفزة خلال الحاجز النارى أصبحت واقفا أمامه وجها لوجه . لكن الرجل اعتدل فى وقفته عندما رأى رجلا آخر غطت وجهه الأنربة السوداء وترك الدلو الى جواره ثم انحنى قليلا وقال : « اسمى انزلين (Enslin) انه لكرم كبير منك ، ان تحاول مساعدتى » .

كان ذلك مرة أخرى تعبيرا عن التقاليد البروسية القديمة ، الأدب والنظام والكلمات القليلة ، كما عرفت وأعجبت بها دائما . دار فى رأسى للحظات قصيرة حديث مع نيلز كنا قد قمنا به على شاطئ الأوريزوند وقارن فيه نيلز بين البروسيين والنورمانيين القدماء ، كما فكرت أيضا فى المبدأ الذى يعتنقه ضابط بروسى يكافح فى موقف بلا أمنل : « قف من أجل تنفيذ الأمر حتى النهاية » . ولكن لم تكن هناك فسحة من الوقت للتفكير الطويل حول الايديولوجيات القديمة ووجب على التصرف هنا والآن بسرعة مطلقة . ومن ثم فقد عدت من نفس الطريق الذى قطعته قبل لحظات ومعى الشيخ العجوز .

بعد بضعة أسابيع انتقلت أسرتى حسب خطط ما قبل الحرب من ليبزيج الى أورفيلد بجوار بحيرة الفالشين ، وذلك لحماية الأطفال بقدر ما يمكن من الغارات الجوية . كما وصل أمر الى معهد القيصر - فيلهلم للفيزياء بالانتقال من داليم والبحث عن مقر ثانوى فى منطقة تكون أقل تعرضا للغارات الجوية . وقد وجدنا مكانا آمنا لاحتوائنا فى مصنع منسوجات صغيرة بمدينة « هيشنجن » (Hechingen) فى جنوب فورتمبرج (Sudwur Hemberg) واذن فقد قررنا الانتقال بالتدريج الى هناك مع معدات معاملنا وكم فريق الأبحاث فى المعهد .

من بين أثار السنوات الأخيرة المظلمة من الحرب لم تعد الا بعض الصور المتفرقة واضحة فى ذاكرتى . وكل هذه الصور تنتمى الى الخلفية التى بنيت عليها بعد ذلك آرائى بالنسبة للقضايا السياسية المتعددة ، ولذلك يجب الإشارة اليها سريعا .

ينتمى الى الناحية المشرقة للحياة فى برلين تلك الأمسيات لما يدعى الأربعاء التى كان من أعضائها « الفريق أول بيك (١) (General oberst Beck) الوزير بوبيتس (٢) (Minister Popitz) الجراح زاوريزوخ (٣)

(١) ( ١٨٨٠/٦/٢٩ - ١٩٤٤/٧/٢٠ ) .

(٢) ( ١٨٨٤/١٢/٢ - ١٩٤٤/١٠/٣ ) .

(٣) ( ١٨٧٥/٧/٣ - ١٩٥١/٧/٢ ) .

(Chirurg Saurbruch) السفير فون هاسيل (١) (Botschafter von Hassell) ادوارد شبرانجر (٢) (Edward Spranger) ييسين (Jessen) شولينبورج (٣) (Schulenburg) وآخرون. اننى أتذكر لقاء لنا فى أمسية عند زاوربروخ استمتعنا فيها بحفلة عشاء بهيجة بالمقارنة بحالة الكفاف آنذاك - تلت محاضرة حول العمليات الجراحية للرئة . كانت الحفلة رائعة لدرجة أنه فى نهايتها وقف السيد فون هاسيل فوق المائدة وراح ينشد أغنيات الطلبة كما أتذكر أيضا الأمسية الأخيرة لهذه الجمعية فى يوليو عام ١٩٤٤ التى دعوت فيها الأعضاء الى «الهارناكهاوس» (٤) (Harnackhaus) لقد أمضيت فترة الظهيرة فى حديقة معهدى لجمع بعض التوت وكان لدى ادارة الهارناكهاوس قليل من النبيذ واللبن وبذلك استطعت أن أقدم لضيوفى غذاء معتدلا . بعد ذلك أقيمت محاضرة حول الطاقة الذرية فى النجوم وطرق استغلالها التكنولوجية فوق الأرض آخذا فى الاعتبار الحدود السرية لهذا الموضوع . اشترك فى المناقشة بعد المحاضرة كل من بيك وشبرانجر . وقد رأى بيك على التو أنه بناء على هذه المعلومات يجب أن تتغير كل التصورات العسكرية من أساسها وقد عبر شبرانجر عما نخمنه نحن الفيزيائيين منذ زمن بعيد وهو أن تطور الفيزياء الذرية قد يؤدى الى تحولات فى فكر البشر تصل الى أعماق التركيبات الاجتماعية والفلسفية .

فى التاسع عشر من يوليو أحضرت محضر الاجتماع الى بوبيتس فى شقته وسافرت فى نفس الليلة بالقطار الى ميونخ وكوخيل (Kochel) ثم من هناك سيرا على الأقدام لمدة ساعتين حتى وصلت الى أورفيلد . فى الطريق قابلت جنديا وضع أمتعته فوق عربة يد للصعود الى جبل «الكيسيل» (Kesselberg) فاستأذنته فى وضع حقيبتي الثقيلة فوق العربة ومساعدته فى جرها . أخبرنى الجندي أنه قد سمع منذ لحظات من المذيع أن اعتداءا قد وقع على هتلر وبالرغم من أن إصابته طفيفة فانه يبدو أن هناك صراعا على السلطة فى برلين . لقد سألته بحذر عن رأيه فى هذه الأحداث فأجاب مقتضبا : « جميل ، أن يحدث شيء قريبا » . بعد ساعات قليلة جلست فى أورفيلد أمام المذيع وسمعت أن الفريق أول بيك قد سقط صريعا فى مركز قيادة الجيش فى شارع

(١) ١٨٨١/١١/١٢ - ١٩٤٤/٧/٢٠

(٢) ١٨٨٢/٦/٢٧ - ١٩٦٣/٩/١٧

(٣) ١٩٠٢/٩/٥ - ١٩٤٤/٨/١٠

(٤) بيت ينتمى الى أدولف هارنك Adolf Harnack مؤسس جمعية القيصر فيلهلم .



« بيندلى » (Bendler Strasse) ثم ذكرت أسماء بوبيتس ، هاسيل  
تسولينبورج وييسين كمعاونين في المؤامرة ، وقد عرفت من فورى ماذا  
يعنى هذا . حتى « رايشفاين » (Reichwein) الذى زارنى فى بداية  
يوليو فى الهارنكهاموس تم القبض عليه .

بعد بضعة أيام سافرت الى هيشنجن حيث كان جزء كبير من معهدى  
فى برلين قد وصل الى هناك . وقمنا على الفور بالاعداد لمحاولة بناء  
المفاعل الذرى فى سرداب يقع تحت منحدر جبلى فى المدينة الرائعة  
« هايجر لوخ » تحت كنيسة القلعة هناك مما زودنا بوقاية ضد كل الغارات  
الجوية المحتملة . لقد أصبحت الرحلات المنتظمة بالدراجة بين هيشنجن  
وهايجر لوخ (١) ، والغابات التى كنا نجتمع فيها عش الغراب فى أيام  
الاجازات وحقول الفلاحين على جانبي الطريق ، حاضرا بالنسبة لنا ، تماما  
مثل الأمواج عند « خليج الأليوزيس » (Eleusis) بالنسبة لهانس أولر  
وقد استطعنا لأيام طويلة أن ننسى الماضى والمستقبل .

عندما بدأت فى أبريل عام ١٩٤٥ أشجار الفواكه فى الازدهار كانت  
الحرب قد أتت الى نهايتها . لقد اتفقت مع المشتغلين معى على أنه عندما  
يصبح المعهد والعاملون فيه غير مهددين بخطر مباشر ، سوف أسافر  
بالدراجة من هيشنجن الى أورفيلد (٢) للوقوف بجوار أسرتى عند دخول  
القوات الأجنبية .

فى منتصف أبريل انسحبت آخر بقايا القوات الألمانية المنحلة خلال  
مدينة هيشنجن متجهة الى الشرق . وفى احدى العصارى سمعنا أصوات  
الدبابات الفرنسية الأولى التى كانت قد تقدمت فى الجنوب متخطية  
مدينة هيشنجن الى مرتفعات كام فى « الرواين ألب » (Rauen Alb)  
واذن فقد بدا أن وقت انصرافى قد أذن . عند منتصف الليل عاد كارل  
فريدريش من رحلة استكشاف بالدراجة الى « ويتلنجن » (٣) (Reutlingen)  
أقمنا بعدها فى السرداب الواقع من الغارات الجوية للمعهد حفلة وداع  
قصيرة وبالقرب من الساعة الثالثة صباحا بدأت رحلتى الى أورفيلد .  
وعندما وصلت قرب الفجر الى مدينة « جامرتينجن » (٤) (Gammertingen)  
كنت قد تركت خلفى خطوط القتال وقد كان على أحيانا أن أتفادى  
التهديدات الناجمة من الطائرات المنخفضة .

---

(١) حوالى ٢٠ كم .

(٢) حوالى ١٩٥ كم من هيشنجن .

(٣) حوالى ٣٣ كم من هيشنجن .

(٤) حوالى ٢٥ كم من هيشنجن .

فى الیومین التالین قررت بسبب هذه التهديدات السفر لیلا فقط  
بینما كنت أقوم فى النهار بالنوم وجمع الأطعمة •

اننى لاتذكر ذاك التل عند « كروجتسل » (Krugzell) الذى أردت  
فوقه الاسترخاء بعد طعام الغذاء تحت حماية صخرة هائلة • انتشرت  
أمامى تحت السماء الصافية والشمس الدافئة الرائعة سلسلة جبال  
الألب « الهوخفوجیل » (Hochvogel) میدیلجابل (Madelegabel)  
وكل الجبال التى تجولت فیها أثناء خدمتى العسكرية قبل سبع سنوات،  
بینما بدت أسفل التل أشجار الكرز المزدهرة • لقد بدأ الربیع بالفعل  
وانطلقت أفكارى المسترسلة تتأمل مستقبلا مشرقا ، حتى نمت فى  
النهاية •

بعد ساعات قليلة استيقظت على أصوات الرعد ورأيت فوق المدينة  
« میمینجین » (Menningen) التى أمكننى التعرف علیها من بعيد  
نفثة دخان كثيفة تصعد الى السماء • لقد انتشر بساط من القنابل فوق  
منطقة الثكنات العسكرية • واذن فقد شعرت مرة أخرى أن الحرب ما زالت  
مشتعلة بینما كان على الاستمرار فى السفر جهة الشرق • فى الیوم الثالث  
وصلت الى أورفیلد ووجدت أسرته فى حالة طيبة ثم قضینا الاسبوع  
التالى فى الاستعداد لنهاية الحرب فعززنا نوافذ السرداب بأجولة الرمل  
وأتینا بكل المواد الغذائية التى يمكن الحصول علیها الى البيت • كانت  
البيوت المجاورة لنا خالية تماما فقد فر سكانها الى الحافة الأخرى من  
البحيرة • وفى الغابات القريبة انتشرت فلول وحدات الـ SS (١) وكمیات  
كبيرة من الذخيرة التى أفلقتنى خوفا على الأطفال •

فى النهار كان علینا تفادى تبادل اطلاق النار الذى وقع فى أوقات  
متفرقة وفى الليل كنا نكافح التوتر والقلق •

عندما جاء فى الرابع من مايو ١٩٤٥ « الكولونیل باش » (Pash)  
مع بعض جنوده لالقاء القبض على كان شعورى كسباح استمر فى العوم  
حتى الموت ثم رأى للمرة الأولى أثرا للأرض اليابسة •

فى الليلة السابقة سقطت كمیات قليلة من الجليد ، ولكن فى يوم

---

(١) اختصارا لكلمة Schutzstaffel وحدات عسكرية مهمتها حراسة هتلر •

رحيلى تآلقت شمس الربيع فى السماء الصافية وزهت الأرض المغطاة بالجليد تحت أشعتها البراقة • لقد سألت أحد حراسى الأمريكين - الذى كافح فى أماكن متفرقة من العالم - عما إذا كانت بحيرتنا القابعة بين الجبال تعجبه فكانت إجابته ، أن هذه تعتبر أجمل بقاع الأرض التى عرفها حتى الآن •



## ١٦ - حول مسئولية الباحث

( ١٩٤٥ - ١٩٥٠ )

١. أسر بعد اقامة قصيرة في هايد يلبرج (Haidelberg) وبلجيكا في النهاية الى اقامة طويلة في المقر الريفي «فارم هول» (Farm Hall) مع بعض الأصدقاء القدامى ومعاوني الشبان في « اتحاد اليورانيوم » من بينهم أوتوهان « ماكس فون لاوي » (١) (Max von Laue) فالتر جيرلاخ (Walter Gerlach) (٢) كارل فريدريش فون فايتسسكر ، و كارل فيرتس .

يقع المنزل الريفي فارم - هول على حافة القرية « جودمانشستر » (Godmanchester) على بعد ٢٥ ميل من مدينة الجامعة العريقة « كامبريدج » Cambridge في انجلترا . وقد كنت أعرف المنطقة من زيارتي القديمة لمعامل « كافنديش » (٣) (Cavendish-Laboratorium) لقد احتل هنا في الأسر أوتوهان بين الفيزيائيين الذريين العشرة ثقة كل فرد منهم عن طريق جاذبية شخصيته وحذقه واتزان تصرفاته في المحن . وقد كلفناه اذن بالتباحث مع حراسنا كلما استدعى الأمر ذلك . بيد أن

---

(١) فيزيائي ألماني ( ١٨٧٩/١٠/٩ - ١٩٦٠/٤/٢٤ ) .

(٢) فيزيائي ألماني ( ١٨٨٩/٨/١ - ١٩٧٩ ) .

(٣) نسبة الى الكيميائي الانجليزي Henry Cavendish ( ١٧٣١/١٠/١٠ -

١٨١٠/٢/٢٤ ) .

رعاية الضباط لنا وأداءهم لواجباتهم بفطنة وإنسانية كاملة ، أدت بعد وقت قليل الى اقامة علاقة ثقة متبادلة بيننا وبينهم . لقد تم استجوابنا جميعا بشأن أعمالنا حول مشكلات الطاقة الذرية وقد لاحظنا تناقضا بين الاهتمام القليل بأعمالنا والعناية الفائقة التى كنا نحرس بها ، والتى انقطع فيها اتصالنا بالعالم الخارجى كلية .

عندما وجهت سؤالا مضادا الى الفيزيائى الذى استجوبنى عما اذا كان هناك فى أمريكا وانجلترا من اهتم أثناء الحرب بمشكلة اليورانيوم حصلت فقط على لاجابة : لقد كان الحال هناك مختلفا عن هنا فقد أعطى مركز قيادة الحرب واجبات مباشرة للفيزيائيين وتحتم عليهم تنفيذها . ولكن ذلك لم يكن معقولا بأى حال لأنه لم يكن هناك أثر لآى أبحاث أمريكية حول الانشطار النووى أثناء الحرب .

فى عصر السادس من أغسطس عام ١٩٤٥ جاء كارل فيرتس الى بالخبر المفزع : منذ لحظات أعلن المذيع أن قنبلة ذرية قد سقطت فوق المدينة اليابانية هيروشيما . فى بادئ الأمر لم أكن أريد تصديق هذا الخبر ، وذلك لأننى كنت متأكدا أنه لتصنيع القنابل الذرية يجب أن تنفق تكاليف تكنولوجية باهظة للغاية ، التى ربما تقدر بكثير من بلايين الدولارات . كما اننى قد اعتبرت من غير المعقول نفسيا ، أن كل الفيزيائيين الذريين فى أمريكا الذين أعرفهم جيدا ، قد جندوا كل القوى من أجل مثل هذا المشروع ، ومن ثم فقد كنت أميل الى تصديق حراسنا من الفيزيائيين الأمريكين الذين خمنوا أن المذيع يقوم بنشر نوع من الدعايات . وقد قالوا لى أيضا أن المذيع لم يذكر كلمة يورانيوم . ولذلك فقد تطرق الى ذهنى أن المقصود بكلمتى « قنبلة ذرية » أى شئ آخر . وعندما شرح المعلق فى المذيع فى المساء التكاليف التكنولوجية الرهيبة التى أنفقت كان على أن أتقبل الواقع وهو أن تقدم الفيزياء الذرية التى عشتها لمدة خمس وعشرين سنة قد أدى الآن الى مقتل أكثر من مائة ألف انسان .

كان أوتوهان أكثرنا تأثرا بهذه الصدمة العنيفة . لقد كان انشطار اليورانيوم أهم اكتشافاته العملية الذى مثل الخطوة الحاسمة التى لم يرها أحد من قبل تجاه التكنولوجيا الذرية . والآن فقد أدت هذه الخطوة بمدينة كبيرة وسكانها العزل الأبرياء الى تلك النهاية المفجعة .

انعكست هذه الصدمة على هان بحالة من الاكتئاب الشديد قرر معها الاعتزال فى حجرته ، وقد أصابنا جميعا الذعر مخافة أن يحاول الانتحار . وقد يكون بيننا فى هذا المساء من خرج عن توازنه وتفوه بكلمات طائشة .

ولكننا عدنا مرة ثانية بعد انقضاء يوم كامل الى تنظيم أفكارنا وامعان النظر فيما وقع بالفعل .

خلف المقر الريفي فارم - هول ، وهو مبنى قديم من الطرب الأحمر ، كانت توجد مزرعة من الحشائش المهمة وكنا نستخدمها كملعب لكرة اليد بين هذه المزرعة والحائط المغطى بأوراق شجر اللبلاب الذى يفصلنا عن الحديقة المجاورة كان هناك خط طويل من أحواض الزهور التى اهتم جيرلاخ بالعناية بها . لقد لعب الطريق المحيط بهذه الزهور لدينا نحن الأسرى نفس الدور الذى لعبته الصومعة فى أديرة القرون الوسطى . لقد كان يعتبر بمثابة المكان المناسب للأحاديث الثنائية . فى صباح اليوم التالى للخبر المزعج ذهبنا الى هناك ، كارل فريديريش وأنا ، لوقت طويل نتحدث ونفكر . بدأت محاورتنا بالقلق على أوتوهان ولعل كارل فريديريش أثار السؤال الصعب .

كارل : « اننا نستطيع أن نفهم أن أوتوهان قد ابتأس لأن اكتشافه العلمى العظيم قد اقترن بدمس هذه الكارثة التى يستحيل تصورها . ولكن هل هناك أسباب لديه تجعله يحس بأنه مذنب على نحو ما ؟ هل لديه من الأسباب أكثر مما لدى أى منا نحن الذين شاركنا فى بناء الفيزياء الذرية ؟ هل نحن جميعا مذنبون فى هذا الضرر ؟ وفى أى شيء يتمثل هذا الذنب ؟ » .

هيزنبرج : « اننى لا أعتقد أن هناك مفرا لاستخدام كلمة « ذنب » هنا حتى ولو كنا قد وقعنا - على نحو من الانحاء - فى شرك هذه العلاقة السببية . لقد اشتراك هان ونحن جميعا فى نمو العلم الحديث .

ان هذا النمو يعتبر عملية حياة قررت الانسانية - او على الأقل الجزء الأوربي منها - منذ بضعة قرون المضى فيها او - اذا أردنا الدقة فى التعبير - استقرت عليها . اننا نعرف من تجاربنا أن هذه العملية قد تؤدي الى الخير والشر . بيد أننا كنا مقتنعين - وقد كانت هذه هى عقيدة التقدم فى القرن التاسع عشر - أنه كلما نمت المعرفة تغلب الخير واستطاع الانسان القبض على العواقب السيئة . ان أحدا منا لم يفكر بطريقة جادة فى امكانية تصنيع القنابل الذرية قبل اكتشاف أوتوهان - ولا حتى أوتوهان نفسه ، وذلك لأن الفيزياء فى ذلك الحين لم تجعل الطريق المؤدى الى هناك واضحا . ان الاشتراك فى عملية الحياة الخاصة بنمو العلم ، لا يمكن أن تعتبر خطيئة » .



**كارل :** « بالطبع ستوجد الآن عقول راديكالية تدعو الى أن يبتعد الانسان في المستقبل عن عملية تطور العلم هذه ، وذلك لأنها تؤدي الى مثل هذه الكوارث • ان ثمة واجبات اجتماعية واقتصادية وسياسية تعتبر أكثر أهمية من التقدم في العلوم الطبيعية • ولعلمهم يكونوا محقين في هذا • بيد ان الذي يفكر هكذا ينكر حقيقة أن حياة الانسان اليوم تعتمد بقدر كبير على هذا التطور في العلم • اذا أردنا التغاضي عن التوسع المستمر في المعارف ، فانه يتحتم تقليل عدد الناس فوق الأرض بطريقة جذرية وفي وقت قصير للغاية • ان هذا لا يمكن أن يحدث الا عن طريق كارثة تناظر توارث القنابل الذرية او تفوقها • بالإضافة الى ذلك فاننا ندرك أن العلم قوة • وطالما يدور السباق فوق الأرض من أجل القوة - وفي الوقت الحالي لا يبدو أن هناك نهاية لهذا - فسيظل السباق من أجل العلم قائما • وربما في المستقبل البعيد - عندما يتكون شيء مثل الحكومة العالمية ، أي نظام مركزي للعلاقات فوق الأرض - الذي نأمل أن تتوافر فيه الحرية بقدر ما هو ممكن - فان التطلع الى نمو العلم سيصبح ضعيفا • ولكن ذلك لا يعتبر مشكلتنا الآن • في الوقت الحالي ينتمى التطور العلمي الى عملية حياة الانسانية ، واذن فان الفرد الذي يشترك في هذا التطور لا يمكن أن يعتبر مذنباً • كما أن الواجب الحتمي هنا يكمن في ادارة عملية التطور هذه من أجل الخير والعمل على استغلال التوسع في المعرفة من أجل رخاء الانسان فقط ، وليس اعاقه هذا التطور ذاته • ان السؤال اذن هو : ما الذي يستطيع كل فرد أن يفعله وما هي الواجبات التي تنشأ هنا عندما يرغب في العمل في البحث العلمي ؟ » •

**هيزنبرج :** « اذا اعتبرنا تطور العلم بهذه الطريقة كعملية تاريخية بالمقياس العالمي فان سؤالك يذكرني بالقضية القديمة حول دور الفرد في تاريخ العالم • بالتأكيد سيتحتم الافتراض هنا أيضا أن الافراد قابلون للاحلال بالمعنى الواسع • فمثلا اذا لم يكن أينشتاين قد اكتشف النظرية النسبية ، فانها كانت ستكتشف بواسطة عالم آخر ، ربما كان «بوانكاريه» (١) أو «لورينتز» (٢) (Lorentz) . واذا لم يكن هان قد توصل الى انشطار اليورانيوم فربما وقع نظر « فيرمي » أو « جوليو » (٣) (Joliot) على هذه الظاهرة التكرارية •

(١) Henri Poincare عالم رياضيات وفيزياء فرنسي ( ١٨٥٤/٤/٢٩ - ١٩١٢/٧/١٧ ) •

(٢) Hendrik Lorentz عالم فيزياء هولندي ( ١٨٥٣/٧/١٨ - ١٩٢٨/٢/٤ ) •

(٣) Frédéric Joliot فيزيائي فرنسي ( ١٩٠٠/٣/١٩ - ١٩٥٨/٨/١٤ ) •

اننى لا أعتقد أننا ننقص من قيمة الانسان الفرد عندما نقر بهذا .  
ومن هنا لا يمكن تحميل الفرد الذى يقوم فعلا بعمل الخطوة الحاسمة ،  
المسئولية لعواقب هذا العمل أكثر من الأفراد الآخرين الذى ربما  
استطاعوا القيام بها . ان الفرد قد وضع فى الموقع الحاسم من قبل  
التطور التاريخي ، وقد وقع عليه أن يقوم بالانجاز ، ليس أكثر .  
وفى الحقيقة ، فان هان قد شجع فى ألمانيا أيضا تطبيق انشطار  
اليورانيوم فى مجال التكنولوجيا الذرية السلمية وحذر من محاولة  
الاستغلال العسكرى له من كل مكان . ولكن بالنسبة للتطورات  
فى أمريكا فانه بالطبع لم يملك القدرة على التأثير فيها .

**كارل :** « ربما علينا هنا أن نفرق بين المكتشف والمخترع . المكتشف  
لا يستطيع فى العادة قبل الاكتشاف معرفة شئ عن الاحتمالات  
التطبيقية له ، وحتى بعد ذلك فقد يكون الطريق طويلا حتى يتم  
الاستغلال العملي لاكتشافه بحيث ان الافتراضات هنا تعتبر  
مستحيلة هكذا فان « جالفانى » (١) (Galvani) وفولتا (٢) (Volta)  
لم يستطيعا تصور التكنولوجيا الاليكترونية التى جاءت فيما بعد .  
واذن فانهما أيضا غير مسئولين بأى حال عن الاستعمالات والمخاطر  
المصاحبة للتطورات التالية .

ولكن بالنسبة للاختراع فان الحال فى العادة يكون مختلفا .  
ان المخترع يضع نصب عينيه هدفا عمليا معيناً . انه لابد وأن يكون  
مقتنعا بأن الوصول الى هذا الهدف يمثل قيمة فى ذاته ، وبالطبع  
فان الانسانية ستحملة بحق مسئولية هذا الاختراع . ومع ذلك  
فانه من الواضح فى حالة المخترع أنه لا يتصرف كفرد ولكن بأمر من  
مجموعة انسانية أكبر . لقد كان مخترع التليفون مثلا يعرف أن  
الجماعة الانسانية تعتبر أن الاتصال السريع أمنية طيبة يجب  
الوصول اليها . وأيضا فان مخترع المعدات الحربية يتصرف باسم  
السلطة الحربية التى تريد زيادة قوتها العسكرية . واذن فانه يمكن  
تحميل المخترع أيضا جزء من المسئولية فقط . وبالطبع يجب أن نقر  
هنا أيضا أنه لا الفرد ولا الجماعة تستطيع رؤية كل العواقب  
المستقبلية للاختراع . ان أحد الكيميائيين مثلا الذى يكون مادة  
يستطيع بها حماية الاراضى الزراعية من الاوبئة ، لا يستطيع -  
تماما مثل مالك الأرض أو مديرها - التنبؤ بالعواقب التى ستحل فى

(١) Luigi Galvani عالم طبيعيات ايطالى ( ١٧٣٧/٩/٩ - ١٧٩٨/١٢/٤ )

(٢) Alessandro Graf Volta فيزيائى ايطالى ( ١٧٤٥/٢/١٨ - ١٨٢٧/٣/٥ )

النهاية نتيجة للتغيير فى عالم الحشرات فى المنطقة تحت الاعتبار .  
واذن فانه سيستحتم بناء على ذلك مطالبة الفرد فقط بأن يرى هدفه  
كجزء من العلاقة الكبرى ، وألا يعمل من أجل مصلحة جماعة صغيرة  
على تعريض جماعات كبيرة للخطر . ان المطلوب اذن هو الاحترام  
الدقيق والملتزم للعلاقة الكبرى التى تكتمل فيها عملية التقدم  
التكنولوجى والعلمى . انه يجب احترام هذه العلاقة أيضا هناك حيث  
تعارض مباشرة مع المصالح الذاتية » .

**هيزنبرج :** « اذا كنت تفرق هكذا بين الاكتشاف والاختراع ، فأين  
تضع اذن هذه النتيجة الجديدة المفزعة للتقدم التكنولوجى ، أعنى  
القنبلة الذرية ؟ » .

**كارل :** « لقد كانت تجربة هان حول الانشطار النووى اكتشافا ، بينما  
تصنيع القنبلة الذرية كان اختراعا . وبالنسبة للفيزيائيين الذريين  
فى أمريكا الذين بنوا القنبلة ، سيسرى عليهم مفعول ما قلناه حول  
المخترع . انهم لم يتصرفوا كأفراد ولكن بأمر صريح أو متوقع من  
قبل جماعة قيادة حرب انسانية ، التى تحتم عليها استهداف  
التقوية اللامحدودة لقدرتها على الكفاح .

لقد قلت سابقا فى احدى المرات أنك لا تستطيع أن تتصور  
بناء على أسس نفسية ، أن الفيزيائيين الذريين الأمريكين يتطلعون  
بكل قوة الى تصنيع القنابل الذرية . حتى بالأمس ، فانك لم ترغب  
فى الاعتقاد فى القنبلة الذرية ، كيف تستطيع اذن تفسير الأحداث  
فى أمريكا ؟ » .

**هيزنبرج :** « ربما خشى الفيزيائيون هناك فى بداية الحرب من أن تحاول  
المانيا تصنيع القنابل الذرية . ان هذا يعتبر منطقيا ، وذلك لأن  
انشطار اليورانيوم قد اكتشفه هان فى ألمانيا ، وقد كانت الفيزياء  
الذرية لدينا - قبل هروب فيزيائيين نشطين من وجه هتلر - على  
مستوى مرتفع للغاية . واذن فلعلهم اعتبروا نصر هتلر بواسطة  
القنبلة الذرية خطرا مرعبا وأنه لتفادى هذه الكارثة يمكن أن يصبح  
تصنيع القنبلة الذرية وسيلة يمكن تبريرها . اننى لا أعرف ما اذا  
كنا نستطيع قول شيء ضد هذا خصوصا عندما نفكر فيما حدث فى  
سجون التعذيب التى شيدها الاشتراكيون القوميون . وربما قام  
فيزيائيون كثيرون بعد نهاية الحرب مع ألمانيا بالنهى عن استخدام  
هذا السلاح ، ولكن فى هذه اللحظة لم يعد أى منهم يملك تأثيرا  
حاسما على الأحداث . بالمثل فانه لا يسرى نقد علينا ، لأننا أيضا



لم نستطع منع الأفعال السيئة التي قامت بها حكومتنا . ان حقيقة أننا لم نكن نعرف مدى هذه الأخطاء لم تعد عذرا وذلك لأنه كان من الواجب علينا أن نبذل مجهودا أكثر لترشييد هذه الحكومة .

ان المؤلم في هذا الاتجاه الفكرى ، هو أن الانسان يتعرف على حقيقة رهيبة مؤداها أنه مسير في هذا العالم . وأن يعي أنه فى تاريخ البشر كان المبدأ الآتى يطبعه دائما : من أجل الخير مسموح للانسان الكفاح بكل الوسائل ، ولكن من أجل الشر لا . أو بطريقة أكثر كراهية : ان الغاية تبرر الوساطة . ولكن ما الذى كان يمكن للانسان أن يفعله ضد هذا الاتجاه الفكرى ؟ » .

**كاول :** « لقد قلنا قبل ذلك أنه يمكن مطالبة المخترع بأن يرى هدفه من خلال العلاقة الكبرى للتقدم التكنولوجى فوق الأرض . هل نريد أن نختبر ما ينتج عن هذا . بالنظرة الأولى فانه بعد مثل هذه الكوارث تجري دائما أعداد كبيرة من الحسابات الرخيصة . سوف يقال مثلا انه خلال استعمال القنبلة الذرية تم انهاء الحرب بسرعة . وربما كان عدد الضحايا فى النهاية أكبر لو تركت الحرب تأتى الى نهايتها ببطء دون استخدام هذا السلاح . اننى أعتقد أنك قد ذكرت هذه الحاجة بالأمس أيضا . مثل هذه الحسابات تعتبر غير كافية لأننا لا نعرف العواقب السياسية المستقبلية لهذه الكارثة . هل ستؤدى الهزيمة الى الاستعداد لحرب أخرى فى المستقبل ؟ التى تتطلب عددا أكبر من الضحايا ؟ وهل ستؤدى الأسلحة الجديدة الى توزيع جديد للسلطة فى العالم التى تستلزم بعد ذلك وعندما تصبح كل القوى العظمى مالكة لهذا السلاح وتحت تأثير مشاحنات خاسرة للغاية – التراجع عن هذه الأسلحة مرة أخرى ؟ ان أحدا لا يستطيع الآن التنبؤ بمثل هذه التطورات . ومن ثم فأننى أعتبر هذه الحجج غير مفيدة . اننى أرغب دائما فى الانطلاق من المبدأ الذى تحدثنا عنه مرارا فى أحاديثنا السابقة وهو ان عملية اختيار الوسائل هى فقط التى تقرر ما اذا كان فعل ما خيرا أو شرا . ألا يعتبر هذا المبدأ هنا أيضا قابلا للتطبيق ؟ » .

**هيزنبرج :** « ان من عواقب التقدم التكنولوجى العلمى سيكون بلا شك أن الوحدات السياسية المستقلة فوق الأرض ستكبر باستمرار وأن عددها سيقبل باستمرار بحيث انه فى النهاية تنشأ الحاجة الى نظام مركزى للعلاقات ، نتمنى أن تتوفر فيه الحرية الكافية للأفراد وللشعوب المختلفة . ان التطور فى هذا الاتجاه يعتبر حتمية

تاريخية ولم يعد أمامنا فى الواقع سوى السؤال عما إذا كان من اللازم وقوع كوارث عديدة حتى الوصول الى الموقف النهائى أو لا ؟ واذن فاننا نستطيع فرض أن القوى الكبرى الباقية بعد هذه الحروب ستحاول مد مجال تأثيرها بقدر ما هو ممكن . وهذا يمكن أن يحدث فى الواقع من خلال الاتحادات التى ستتكون من خلال المصالح المشتركة أو حتى خلال الضغط السياسى والاقتصادى . وحيثما يوجد خارج نطاق التأثير المباشر لقوة عظمى معينة مجموعات ضعيفة مهددة أو مظلومة من أخرى أقوى ، فانه سيصبح من مصلحة القوة الكبرى رعاية الضعيفة حتى يتحرك توازن القوى لمصلحة الضعفاء ، مما يؤدي الى زيادة تأثير هذه القوة الكبرى . بهذه الطريقة يمكن تفسير أسباب تدخل أمريكا فى الحربين العالميتين . اننى اذن سأفترض أن التطور فى هذا الاتجاه سيستمر ، واننى لا أرى لماذا يجب على أن أكافح ضد هذا نفسيا . وبالطبع ستتهم القوى العظمى التى تتبنى هذه السياسة التوسعية بأنها قوى استعمارية . ولكن فى هذا الموضع يبدو أن السؤال حول اختيار الوسائل ينبغ دورا حاسما . ان القوة العظمى التى تجعل تأثيرها يسرى بطريقة حذرة ، والتى تستخدم فى العادة الوسائل الاقتصادية والثقافية والسياسية وتمتنع عن استخدام القوة الباطشة فى التدخل فى الشؤون الداخلية للشعوب ، سيعتبر هذا الاتهام بالنسبة لها من غير محله بالمقارنة بالقوة العظمى التى تتبنى استخدام القوة الباطشة . ان التركيب النظامى للقوة العظمى التى تستخدم وسائل يمكن قبولها سوف يؤخذ فى الاعتبار بقدر أوفى كنموذج للتركيب النظامى الموحد للعالم فى المستقبل .

والآن فان الولايات المتحدة الأمريكية تعتبر بالنسبة لكثيرين حصنا للحرية كما أن تركيبها يمثل النظام الاجتماعى الذى يستطيع الفرد فيه الانطلاق بطريقة أسهل . ان حقيقة أنه يمكن التعبير هناك عن كل رأى بحرية وأن الحافز الفردى أهم من القواعد الحكومية وأنه يوضع اعتبار لكل إنسان فرد ، وأن أسرى الحرب مثلا يعاملون بطريقة أفضل من معاملتهم فى الدول الأخرى ، كل هذا أيقظ الشعور بالأمل لدى الكثيرين بأن التركيب الداخلى لأمريكا يمكن اتخاذه كنموذج للتركيب الداخلى للعالم . ولقد كان على الذين قرروا القاء القنبلة الذرية فوق اليابان أن يفكروا فى هذا الأمل أثناء مشاوراتهم . وذلك لأننى أخشى أن هذا الأمل قد نال ضربة قوية من خلال استعمال القنبلة الذرية . ان الاتهام بالاستعمارية سيوجه من كل القوى

المتصارعة مع أمريكا بكل قوة وسوف يحصل 'قوة اقناع شديدة من خلال عملية قذف القنبلة الذرية . وذلك لان القنبلة لم تكن مهمة من أجل تحقيق النصر ، ولأن استعمالها سيفهم على أنه مظهر للقدرة وبالتالي فلم يعد من الممكن رؤية كيف أن الطريق من هنا سيؤدي الى نظام عالمي حر » .

**كارول :** « انك تعنى اذن أنه كان من الواجب أن ينظر الانسان هناك الى الاحتمالية التكنولوجية للقنابل الذرية كجزء من العلاقة الكبرى ، أى كجزء من التطور التكنولوجي العلمي العالمي ، الذى لابد وأن يؤدي فى النهاية الى نظام موحد فوق الأرض . وكان على الانسان أن يعي أن استخدام القنبلة فى اللحظة التى كان قرار النصر قد صدر فعلا ، يعتبر عودة الى الزمن الذى يعبر عن الحكومات القومية المتصارعة من أجل السلطة والذى يحيد عن هدف قيام نظام عالمي حر موحد . وان استخدامها يضعف الثقة فى القضية العادلة لأمريكا بل ويجعل رسالتها غير جدية بالتصديق .

ان وجود القنبلة الذرية هنا لا يعتبر فى حد ذاته مأساة ، وذلك لانها ستجعل فى المستقبل الاستقلال السياسى الكلى قاصرا على عدد قليل من القوى العظمى التى تملك قوة اقتصادية كبرى . وبالنسبة للدول الصغيرة فسوف تملك استقلالاً محدوداً فقط ولكن ذلك لا يعنى أن حرية الفرد فيها ستصبح مقيدة بل انه يعتبر ثمنا لتحسن العام فى ظروف الحياة فيها .

ولكننا نصل - بحديثنا هذا - دائما عن السؤال الحقيقى . أننا نريد أن نعرف كيف يجب على الفرد أن يتصرف فى هذا العالم المهمم بالتقدم التكنولوجي ، والذى بنى على الأفكار المتناقضة واستسلم لشطحاتها وتصوراتها المجنونة . ان تجربتنا ضئيلة حقا فى هذا الصدد » .

**هيوزبروج :** « لقد فهمنا على أى حال ، أنه ليس كافيا بالنسبة للفرد الذى اتخذ التقدم التكنولوجي أو العلمى واجبا له ، أن يفكر فقط فى هذا الواجب . بل عليه أن يراه كجزء من تطور أكبر يوافق عليه بمجرد اتخاذه لهذا الواجب . وأنه ربما سيصل الى القرارات الصحيحة عندما يفكر أيضا فى هذا التطور الأعم » .

**كارول :** « واذن فان هذا يعنى أنه على الفرد الاهتمام بالاشتراك فى الحياة العامة وعليه العناية بالوصول الى تأثير على الادارة الحكومية اذا



أراد التفكير فيما هو صحيح ، بل وأيضا العمل على تنفيذه . ان هذا لا يعد منطقيا فحسب بل ويتلاءم أيضا مع التطور العام الذي حاولنا تصوره قبل ذلك . فبالقدر الذي يصبح به التقدم العلمى والتكنولوجى مهما بالنسبة للمجتمع ، يمكن توسيع تأثير العاملين فى هذا التقدم على الحياة العامة . وبالطبع فاننا لا نستطيع افتراض أن الفيزيائيين والتكنولوجيين يستطيعون اتخاذ القرارات السياسية الهامة بطريقة افضل من السياسيين . ولكنهم من خلال أعمالهم العلمية تعلموا بطريقة أحسن التفكير الموضوعى الواقعى بل وأهم من ذلك ، التفكير الشمولى . واذن لعلهم يستطيعون اضافة عنصر بناء من الدقة المنطقية ومن سعة الأفق ومن الأمانة الواقعية الى أعمال السياسيين .

إذا فكرنا هكذا ، فانه يتحتم علينا اللقاء اللوم على الفيزيائيين الذريين الأمريكيين ، لأنهم لم يسعوا بكفاية للحصول على تأثير سياسى وانهم قد تركوا مبكرا من أيديهم قرار استعمال القنبلة الذرية . وذلك لأننى لا أشك فى أنهم قد فهموا منذ البدء العواقب السلبية لعملية إسقاط القنبلة الذرية هذه .

هيزنبورج : « اننى لا أعرف ، اذا ما كان مسموحا لنا قطعيا التفوه بكلمة « لوم » فى هذا الصدد . ربما كنا فى هذا الموضوع أكثر حذا من أصدقائنا على الجانب الآخر من المحيط » .

انتهت فترة الأسيرة فى يناير عام ١٩٤٦ وعدنا بعدها فورا الى ألمانيا لنبدأ عملية البناء التى كنا قد وجهنا اليها أفكارنا منذ سنة ١٩٣٣ . ولم تكن البداية سهلة للأسف فقد تركزت الصعوبات أولا حول مصير مجموعتى الصغيرة فى معهدى العلمى .

لم يكن من الممكن إعادة انشاء جمعية فيلهلم فى شكلها القديم لسببين أولهما أن المستقبل السياسى لبرلين كان مشكوكا فيه للغاية وثانيا لأن الاسم ، الذى يعيد الى الذاكرة القيصر كرمز قومى ، كان قد رفض من قبل القوات المحتلة . لقد أشارت القوات الانجليزية الى إمكانية البدء فى إعادة تأثيث معاهد علمية فى مبنى أبحاث الديناميكا الهوائية بجوتنجن ، ومن ثم فقد رحلنا الى هناك حيث تعرفت على نيلز بوهر قبل عشرين سنة ودرست تحت اشراف بورن وكورانت حتى ماكس بلانك ، الذى كان قد بلغ من العمر تسعين سنة ( جىء به - بعد انقاذه فى نهاية الحرب - الى جوتنجن . وسعى معنا لخلق جمعية أبحاث تستطيع مواصلة واجبات جمعية القيصر فيلهلم السابقة بمعاهدها القديمة

والجديدة • وكان من حسن حظي أنني استطعت استئجار بيت لأسرتي مجاور مباشرة لشقة بلانك بحيث أمكننا - من خلال سور حديقتنا - الحديث سويا من وقت لآخر • كما قمت بدعوة بلانك إلينا للاستمتاع بالموسيقى الهادئة •

في هذه السنوات تحتم على بالطبع بذل كثير من الجهد والقوة لاشباع متطلبات الحياة الأساسية ولتوفير المعدات اللازمة في المعهد • ولكنه كان وقتا سعيدا • فلم يعد يمكن القول - كما كان الحال في السنوات الاثنا عشر السابقة - بأن هذا أو ذاك يعتبر ممكنا ، ولكن انه أصبح ممكنا بالفعل • واستطعنا الاحساس في كل شهر تقريبا بالتحسينات في الأعمال العلمية وفي الحياة الخاصة التي استطعنا انجازها عن طريق العمل المشترك المشبع بالثقة والأمل •

لقد أدت الرعاية المستمرة التي أولاها لنا ممثلو القوات المحتلة الى تسهيل أعمالنا ليس فقط من الناحية المادية بل أعطتنا امكانية أن نشعر مرة أخرى بأننا جزء من مجموعة انسانية أكبر تسعى الى بناء عالم جديد ينظر الى المستقبل باتزان ولا يحزن على الماضي المحطم •

تجلى الانتقال من التركيبات الفكرية للماضي الى المستقبل الملى بالأمل في محاورتين يجب على الإشارة هنا باختصار الى مضمون كل منهما • الأولى دارت في المقابلة الأولى التي جمعتني مرة أخرى بعد الحرب مع نيلز في كوبنهاجن ، لقد كان الباعث الى ذلك سخييا بعض الشيء ويجب أن يذكر هنا فقط وذلك لوصف جو الحياة في جوتنجن أثناء صيف سنة ١٩٤٧ • لقد حصلت المخابرات الانجليزية - من جهة غير معروفة لنا - على اشارة تفيد بأن هناك مؤامرة مدبرة على أوتوهان وعلى بواسطة المخابرات الروسية • وسوف يتم خطفنا بالقوة الى منطقة الاحتلال الروسية خلف الخطوط التي تبعد عددا قليلا من الكيلومترات عن جوتنجن • وعندما توفرت لدى الموظفين الانجليز المعلومات التي تخمن أن العملاء الغرباء قد وصلوا الى المدينة بالفعل ، تم نقلنا بسرعة أولا الى « هيرفورد » (Hérford) بالقرب من مركز ادارة منطقة الاحتلال الانجليزية •

ثم عرفنا هناك أننا يجب علينا استغلال أيام الانتظار في زيارة نيلز بوهر في كوبنهاجن • لقد أُرِيد « رونالد فرازر » (Ronald Fraser) - الضابط الانجليزي الذي قدم لنا رعاية طبية في جوتنجن - أن يتحدث مع بوهر ومعى مرة أخرى حول زيارتي لكوبنهاجن في أكتوبر سنة ١٩٤١ •

حملتنا الطائرة العسكرية من « بوكيبورج » (Buckeburg) الى كوبنهاجن ومن المطار سافرنا بالعربة الى المنزل الريفي لبوهر في تيزفيلدي (Tisvilde) . هناك جلسنا مرة أخرى امام المدفأة التي تفلسفنا عندها مرات كثيرة حول نظرية الكم ، ثم رحلنا فوق نفس الطرق الرملية الضيقة التي سرت فوقها قبل عشرين سنة مع أطفال بوهر ذهابا وايابا من أجل السباحة . ولكن عندما حاولنا تذكر حديثنا في خريف سنة ١٩٤١ لاحظنا أن الذاكرة قد اضمحلت بعض الشيء . لقد كنت متأكدا أننا قد تناولنا الموضوع الحرج خلال مسيراتنا الليلية على « البيلاي » (Pilealle) بينما نيلز اعتقد أنه متأكد من أن ذلك قد تم في حجرة عمله في كارلسبرج . لقد استطاع نيلز أن يتذكر بدقة الفزع الذي أثارته كلماتي الحذرة ولكنه لم يعد يعرف أنني قد تحدثت أيضا عن التكاليف التكنولوجية الباهظة وعن السؤال عما يجب على الفيزيائيين عمله في هذا الموقف . وبعد فترة من الوقت كان لدينا الشعور أنه من المستحسن عدم العودة الى الماضي .

لقد كان مرة أخرى - تماما كما حدث في ذلك الماضي البعيد فوق جبل الآلم البافاري - تقدم الفيزياء هو الذي قاد أفكارنا من الماضي الى المستقبل . لقد حصل نيلز من « باويل » (١) (Powell) في انجلترا على صورة فوتوغرافية لاثار مسارات لجسيمات أولية ، اعتبرها نوعا غريبا غير معروف بعد . دار حديثنا بعد ذلك حول اكتشاف ما يسمى « بميزونات - باي » (Pi-Mesonen) التي لعبت منذ ذلك الحين دورا هاما في فيزياء الجسيمات الأولية ، ثم تناولنا العلاقات التي قد توجد بين هذه الجسيمات والقوى في داخل النويات ، وطرحنا احتمالية وجود أنواع كثيرة من هذه الجسيمات التي لم نتمكن من مشاهدتها من قبل نظرا لفترات عمرها القصيرة للغاية . واذن فقد رأينا أمامنا مجالا آخر للبحث الشيق نستطيع العمل فيه لعدد من السنين القادمة بعزيمة جديدة. بالاشتراك مع جيل جديد من الباحثين .

عندما عدت الى جوتنجن عرفت من اليزابيث أنه قد تمت فعلا محاولة لما يشبه بالاعتداء على : لقد تم القبض ليلا على عاملين في ميناء « هامبورج » (Hamburg) أمام بيتنا وقد اعترفا أنه قد عرضت عليهما كميات كبيرة من المال اذا تمكنا من احضاري الى عربة تنتظر على مقربة من بيتنا . لقد بدا لي أن هذا العمل المقامر أعد بطريقة سيئة لكي يكون جديرا بالتصديق ، وقد استطاع الضابط الانجليزي بعد ستة

(١) Cecil Frank Powell فيزيائي انجليزي ( ١٩٠٣/١٢/٥ - ١٩٦٩/٨/١١ ) .



أشهر من الوصول الى حل لهذا اللغز • لقد أراد أحد الفاشلين ، الذين لم يتمكنوا من الحصول على وظيفة نظرا لعلاقتهم بالاشتراكيين القوميين ، تلفيق هذا الحادث لكي يحصل على وظيفة لدى المخابرات الانجليزية • وكانت خطته تتلخص في تجنيد عامل الميناء وأخبار المخابرات الانجليزية بالاعتداء المزعوم • لقد نجحت خطته في البداية ، ولكن مثل هذا النجاح لا يدوم • وأصبحت هذه المؤامرة المضحكة موضع قفشاتنا فيما بعد •

المحاورة الثانية التي أوضحت أهمية الانتقال من الماضي الى المستقبل اختصت بإعادة بناء أكبر مراكز الأبحاث في الجمهورية الاتحادية الوليدة • فبعد موت بلانك تحمل أوتوهان جزءا حاسما من الجهود الرامية الى نقل واجبات جمعية القيصر فيلهلم القديمة الى الجمعية الحديثة التي أسست تحت اسم جمعية ماكس - بلانك في جوتنجن وصار أوتوهان أول رئيس لها • بالنسبة الى شخصيا فقد سعت مع راين (Rein) الفسيولوجي في جامعة جوتنجن لتأسيس هيئة استشارية للأبحاث تعنى بالصلة المباشرة بين الادارة الاتحادية للجمهورية وبين جهات البحث العلمي • لقد كان من السهل التعرف على أن التكنولوجيا الناجمة من التقدم العلمي سوف تلعب دورا أساسيا وهاما ليس فقط في البناء المادي للمدن والمصانع ولكن أيضا في كل التركيب الاجتماعي لبلدنا ولأوروبا كلها • وفقا لروح المحاورة التي قمت بها أثناء الغارة الجوية في برلين مع بوتينااند ، لم يكن مهما بالنسبة لي هنا من الناحية الأولوية الحصول على رعاية واسعة للأبحاث العلمية من الرأي العام ، ولكن كان ادخال التفكير العلمي في أعمال الحكومة من الأهداف الهامة أيضا • لقد اعتقدت أنه من الضروري توعية المسؤولين في جهاز الدولة بأنه ليس من المهم فقط إقامة توازن دائم بين المصالح المتعارضة ولكن أيضا أنه توجد أحيانا مواقف تنبعث من الواقع وتستند على تركيب العالم الحديث وأن الحياض المبنى على العاطفة هنا يؤدي الى الكوارث المحققة •

لقد أردت اذن اعطاء حق التدخل للعلم في الشؤون العامة ووجدت عند « أديناور » (1) (Adenauer) - الذي كنت أتشاور معه في هذا الشأن - الرعاية لهذا المشروع • ولكن في نفس الوقت كانت هناك جهود لحياء جمعية رعاية العلم الألماني التي أسسها « شميد - أوت » (Schmidt-Ott) في العشرينات والتي أدت خدمات جليلة بعد الحرب العالمية الأولى للعلم الألماني • بيد أن الجهود التي بذلت أساسا بواسطة

(1) Konrad Adenauer

أول مستشار ألماني بعد الحرب ( ١٨٧٦/١/٥ -

١٩٦٧/٤/١٩ )

أساتذة الجامعات وإدارات المقاطعات ، أثارت قلقى وذلك لوجود عنصر اصلاح قوى وراءها • لقد بدا لى أن فكرة السعى الى رعاية قوية للعلم من الجهات السياسية وفى نفس الوقت الفصل الواضح بينهما ، فكرة غير ملائمة للعصر الحديث •

أثناء المباحثات التى انبثقت بناء على هذه المشكلة ، أتاحت لى فرصة الحديث مع الحقوقي « رايزر » (Raiser) - الذى أصبح بعد ذلك لسنوات طويلة رئيسا لهيئة الاستشارة العلمية • لقد أوضحت لرايزر مخاوفى أن جمعية رعاية العلم ستساعد التفكير الذى يعزل نفسه فى برج عاجى ضد العالم الواقعى الصعب ونسج أحلام من الوهم • ولكن رايزر أجاب « ولكن كلانا لا يأمل بالقطع تغيير الصفات الشعبية الألمانية » •

لقد شعرت بوضوح أنه محق فى هذا ، وأنه ليست النية الحسنة للأفراد ، ولكن الاجبار الصعب للعلاقات الخارجية ، هو الذى يستطيع أن يؤدى الى التغيرات اللازمة فى التركيب الفكرى لاناس كثيرين • وفى الواقع فان كل خططنا - بالرغم من رعاية اديناور لها - كان مصيرها الفشل فلم أتمكن من اقناع أساتذة الجامعات بالضروريات الجديدة ، ونتج عن ذلك هيئة أبحاث واصلت التقاليد القديمة لجمعية رعاية العلم فى مبادئها الرئيسية • وبعد مضى عشر سنوات أدت الضروريات الخارجية الى انشاء وزارة للبحث العلمى أمكن فيها - عن طريق تأييث لجان استشارية مختلفة - تحقيق جزء من خططنا •

استطاعت هيئة - ماكس - بلانك الوليدة بسهولة ملائمة ضروريات العالم المعاصر • ولكن بالنسبة للجامعات كان يتحتم علينا التسليم بأن عملية التجديد الضرورية ربما تكتمل فى المستقبل بعد صراعات صعبة ومناظرات حادة •

## ١٧ - مبدأ الايجابية - ما وراء الطبيعة - الدين

(١٩٥٢)

أدت إعادة بناء العلاقات الدولية في العلم الى تجمع الاصدقاء القدامى في الفيزياء الذرية مرة أخرى في كوبنهاجن . ففي بداية صيف سنة ١٩٥٢ عقد مؤتمر هناك يدور حول بناء معجل (Beschleuniger) أوربي كبير . لقد كنت مهتما لأقصى درجة بخطط هذا المشروع وذلك لأنني سأستطيع من مثل هذا المعجل الكبير الحصول على دلالات تجريبية حول قضية ما اذا كانت التصادمات ذات الطاقة العالية بين جسيمين أوليين ستؤدي الى انتاج أعداد كبيرة من مثل هذه الجسيمات ، كما فرضت أنا قبل ذلك . وأيضا كنت أريد معرفة ما اذا كانت هناك أنواع كثيرة من الجسيمات الأولية التي تؤدي صفاتها التماثلية - تماما مثل المستويات الثابتة لذرة أو جزيء ما - الى اختلاف كتلتها وفترة عمرها . بالرغم من أن موضوع المؤتمر كان مهما للغاية فأنني لن أتحدث هنا عن مضمونه ولكن عن محاوره قمت بها مع نيلز وفولفجانج الذي حضر من زيوريخ الى المؤتمر . لقد جلسنا ثلاثتنا في الحديقة الشتوية الصغيرة الملحقة ببيت الشرف لبوهر وتحدثنا حول الموضوع القديم ، ما اذا كانت نظرية الكم قد فهمت كلية وما اذا كان التفسير الذي أعطيناه لها قبل خمس وعشرين سنة قد اعترف به كحسيلة فكرية للفيزياء افتتح نيلز الحديث قائلا .



بوهلر : « منذ مدة عقد هنا في كوبنهاجن مؤتمر للفلاسفة الذي جاء اليه على وجه الخصوص المعتنقون بمبدأ الايجابية . ولعب ممثلو مدرسة فيينا أثناء ذلك دورا هاما . وحاولت من جانبي الحديث أمام هؤلاء الفلاسفة حول تفسير نظرية الكم . لم تكن هناك بعد محاضرتي أي معارضة أو أسئلة صعبة ، ولكنني أعترف أن هذا في حد ذاته كان بالنسبة لي مزعجا للغاية ، وذلك لأنه اذا لم يكن الانسان ممتعضا من نظرية الكم ، فانه من المستحيل أن يكون قد فهمها . وربما أنني قد حاضرت بطريقة سيئة بحيث ان أحدا لم يلاحظ مادار حوله الحديث » .

فولفجانج : « ان ذلك لا يرجع حتميا الى طريقتك السيئة ، بل انه يرجع أنه على الانسان أن يتقبل الحقائق دون النظر فيها . وبقدر ما أعرف الى التسليم العقائدي Glaubensbekenntnis لدى الايجابيين وهو ذاته في كتاب « فيتجينشتاين » (١) (Wittgenstein) توجد الجملة : « ان العالم هو كل ما هو كذلك (Die Welt is alles, Was der Fall ist) » ان العالم هو كلية الحقائق ، وليس الأشياء (Die Welt ist die Gesamtheit der Tatsachen, und nicht der Dinge) »

وعندما يعتقد الانسان في هذا ، فانه سيتقبل بدون تردد أي نظرية تمثل هذه الحقائق . لقد تعلم الايجابيون أن ميكانيكا الكم تصف بطريقة صحيحة الظواهر التكرارية الذرية ، واذن فانه لا يوجد لديهم سبب لمكافحتها . ان ما نضيفه نحن الى هذا بالقول ، مثل مبدأ التكميلية وتداخل الاحتمالات وعلاقات اللاتحديدية والتقاطع بين ما هو ذاتي وما هو موضوعي ... الخ يعتبر بالنسبة للايجابيين عملا جانبيا شعريا غامضا مثل السقوط في التفكير الجاهلي (٢) أو مثل الثرثرة ، ولا يتطلب على كل حال أن يؤخذ جديا في الاعتبار وهو على أحسن الظروف ليس مضرا . ربما يعتبر مثل هذا الرأي كاملا من الناحية المنطقية . غير أنني لم أعد أعرف ما هو المقصود اذن بفهم الطبيعة » .

هيزنبرج : « ان الايجابيين سيقولون اذن ، ان الفهم يساوي « امكانية التنبؤ الحسابي » (Vorausrechnen Konnen) . فاذا استطعنا التنبؤ حسابيا بأحداث خاصة جدا ، فاننا نكون قد فهمنا جزءا صغيرا ،

(١) Ludwig Josef Johann Willyen Stein فيلسوف نمساوي ١٨٨٩/٤/٢٦ -

(١٩٥١/٤/٢٩)

(٢) الجاهلية هنا هي فترة ما قبل العلوم التجريبية الحديثة .

واذا استطعنا التنبؤ حسابيا بأحداث كثيرة مختلفة ، فإننا نكون قد فهمنا مجالات أوسع . انه يوجد مقياس مستمر بين فهم - القليل - جدا وبين فهم - كل شيء - تقريبا ، ولكن لا يوجد اختلاف جوهري بين امكانية التنبؤ الحسابي والفهم .

**فولفجانج :** « هل تعتبر أن مثل هذا الاختلاف موجود ؟ » .

**هيزنبرج :** « نعم ، اننى مقتنع بهذا ، واننى لأذكر أننا قد تحدثنا حول ذلك قبل ثلاثين سنة من الآن أثناء رحلة بالدراجات بجوار بحيرة الفالشين ، وربما أستطيع توضيح ما أقصده عن طريق المقارنة . اذا رأينا طائرة فى السماء فإننا نستطيع بدرجة طيبة التنبؤ حسابيا بمكانها بعد ثانية واحدة ، اننا سنواصل المسار ببساطة فى خط مستقيم أو - اذا عرفنا أن الطائرة تسير فى خط منح - سنستطيع حساب الانحناء . وبهذا سنستطيع احراز نجاح فى معظم الحالات . ولكننا بالطبع لم نفهم بعد مسار الطائرة . وفقط بعد أن نتحدث مع قائد الطائرة ونحصل منه على ايضاح حول الرحلة التى يعزم القيام بها ، فإننا نكون قد فهمنا المسار فعلا . »

**يوهر :** « ربما يكون من الصعب نقل مثل هذه الصورة الى الفيزياء ، اننى أشعر اننى أستطيع الاتفاق مع الايجابيين حول ما يريدونه ولكن ليس من السهل على الاتفاق حول ما لا يريدونه . هل تسمحون لى بتوضيح ذلك أكثر ؟ ان كل هذا الموقف ، الذى تعرفه جيدا خصوصا من انجلترا وأمريكا والذى قام الايجابيون بوضعه على شكل نظام - يرجع الى الصفات المميزة للعلوم الطبيعية التى بدأت فى العصر الحديث . فحتى ذلك الحين لم يكن الانسان يهتم سوى بالعلاقات الكبرى للكون ويعرضها فى اطار المراجع القديمة ، خصوصا كتابات أرسطو ومبادئ الكنيسة ، ولكنه لم يعن بالتفاصيل الدقيقة للتجربة . وقد كانت عاقبة ذلك أن انتشرت الخرافات التى تضلل صورة التفاصيل الدقيقة وأنه لم يكن من الممكن فهم القضايا الكبرى أيضا وذلك لأن المراجع القديمة لم تعد تستطع اضافة عناصر معرفة جديدة . وقد قرر الانسان فى القرن السادس عشر فقط أن يحل نفسه من المراجع القديمة ويتوجه الى التجريب مباشرة أى الى البحث العلمى التجريبي للتفاصيل الدقيقة . وانه ليقال ان الباحثين فى بدايات الجمعيات العلمية ، مثل الجمعية الملكية فى لندن ، كانوا مشغولين بمكافحة الخرافات وتفنيد المزاعم الموجودة فى كتب السحر من خلال التجارب العملية وبهذا فقد زعم البعض مثلا أن

حشرة الخنافس التي يمكن احضارها في منتصف الليل باستخدام تعويذات معينة داخل دائرة طباشيرية ، سوف لا تترك هذه الدائرة . واذن فقد رسم الباحث دائرة طباشيرية فوق منضدة ثم وضع الخنافس في وسطها مع المراعاة التامة للتعويذة المطاوعة ولاحظ بعد ذلك كيف أن الخنافس قد سار باختيال خلال الدائرة الطباشيرية . كذلك فقد تحتم على الأعضاء في بعض الأكاديميات الالتزام بعدم الحديث حول العلاقة الكبرى والاكتفاء فقط بإعطاء الحقائق المفردة . لقد كانت التأملات ، نظرية حول الطبيعة مقدمة فقط بالنسبة لمجموعة فردية من الظواهر وليس بالنسبة لعلاقة الكل (Zusammenhang des Genzen) . لقد أدركت المعادلات الرياضية بطريقة أفضل من الارشادات التجارية - كما هو الحال اليوم في كتب الجيب للمهندسين حيث توجد علاقات مفيدة لقابلية انحناء القضبان . أيضا فان المثل المعروف عن نيوتن أنه كان يعتبر نفسه طفلا جالسا أمام البحر يلعب ويمرح ويفرح عندما يجد من وقت لآخر حجرا أدلس أو صدفه محار جميلة بينما المحيط الكبير من الحقيقة يقبع غامضا أمام عينيه ، أيضا فان هذا المثل يعبر عن الصفات المميزة للعلوم الطبيعية في العصر الحديث . بالطبع فان نيوتن قد أنجز في الواقع الكثير ، لقد استطاع أن يعبر رياضيا عن المطابقات القانونية الأساسية اللازمة لعدد كبير جدا من الظواهر الطبيعية . ولكننا لسنا بصدد الحديث عن هذا الآن . أثناء هذا الصراع ضد المراجع والخرافات القديمة في مجال العلوم الطبيعية صوب الانسان بالطبع أيضا خارج الهدف .

فقد كانت هناك روايات قديمة تؤكد أنه من وقت لآخر قد سقطت أحجار من السماء وقد حافظت الكنائس على هذه الأحجار كذخائر مقدسة . لقد اعتبرت هذه الروايات في القرن الثامن عشر خرافات بالية وأمرت الكنائس بقذف هذه الأحجار عديمة القيمة بعيدا عن مقتنياتها . بل ان الأكاديمية الفرنسية أصدرت حكما بعدم تصديق الروايات التي تتحدث عن الأحجار التي تسقط من السماء . ولم تصرفها عن هذا الحكم ملاحظة أن الحديد قد عرف في بعض اللغات القديمة على أنه المادة التي تسقط من السماء أحيانا .

وعندما وقعت كارثة سقوط الشهب بالقرب من باريس



حيث سقطت آلاف من الأحجار الشهائية ، عندئذ فقط توقفت .  
الأكاديمية الفرنسية عن مقاومتها .

لقد أردت فقط أن أروى هذا لتوصيف الموقف الروحي .  
للعلوم الطبيعية التي بدأت في العصر الحديث ، واننا جميعا  
نعرف أى فيض من التجارب الجديدة والخطوات التقدمية العلمية  
أدى إليها هذا الموقف .

ان الايجابيين يحاولون تعليل مسير العلوم الطبيعية في  
العصر الحديث عن طريق نظام فلسفي بل انهم يحاولون تبريره  
على نحو من الانحاء . انهم يشيرون الى أن المصطلحات التي  
استخدمت في الفلسفة القديمة ليس لها نفس درجة الدقة مثل  
مصطلحات العلوم الطبيعية وبالتالي فانهم يقولون ان القضايا التي  
تثار هناك تعتبر في أغلب الأحيان عديمة المغزى وأنها تدور حول  
مشاكل ظهريّة لا يجب أن ينشغل الانسان بها .

بالطبع فأننى أوافق على المطالبة بتوفير أقصى درجة من  
الوضوح في كل المصطلحات ولكن تحريم التفكير في القضايا  
العامة لعدم توافر المصطلحات الواضحة يعتبر غير مقنع ، وذلك  
لأنه في وجود هذا التحريم سوف لا يستطيع أحد فهم نظرية  
الكم أيضا ، .

**فولفجانج :** « عندما تقول ان أحدا سوف لا يستطيع فهم نظرية الكم  
فانك تعنى أن الفيزياء لا تتكون فقط من التجريب العملي والقياس  
على جانب ومن جهاز المعادلات الرياضية على الجانب الآخر ، ولكن  
يتحتم أن تنشأ في المكان بين الجانبين فلسفة حقيقية ؟ وهذا  
يعنى أننا يجب أن نحاول هناك - باستخدام اللغة العادية -  
توضيح ما يحدث فعلا في هذه اللعبة بين الفيزياء والرياضيات .  
اننى أخمن أيضا أن كل الصعوبات في فهم نظرية الكم ستظهر في  
هذا الموقع الذى لا يتحدث عنه الايجابيون وذلك لأننا لا نستطيع  
هنا استخدام مصطلحات كافية التحديد . انه ينبغى على الفيزيائي  
العملي أن يتمكن من الحديث حول محاولاته التجريبية وبالتالي  
فانه عندئذ يستخدم مصطلحات الفيزياء الكلاسيكية التي نعرف  
قصورها بالنسبة للطبيعة . وهذه هي المعضلة الأساسية التي  
لا يجب علينا تجاهلها ، .

**هيزنبرج :** « ان الايجابيين حساسون للغاية ضد كل الأسئلة التي  
تحمل - كما يقولون - صفة الجاهلية . اننى أذكر كتابا :

« لفيليب فرانك » (Philipp Frank) حول قانون العلة ، يقوم فيه بالتنا. بعض التساؤلات أو التعبيرات عن طريق اللوم بأنها بنايا من ما وراء الطبيعة ترجع الى عصور الجاهلية أو « الفكر الروحاني » (١) وهكذا فان المصطلحات البيولوجية مثل « الكلية » (٢) (Ganzheit) أو القدرة على « النمو الموجه » (Entelechie) ترفض على أساس أنها من مصطلحات الجاهلية ، كما تجرى هناك محاولة اثبات أن المقولات التي تستخدم فيها عادة هذه المصطلحات لا تناظر مضامين يمكن اختبارها . ان كلمة ما وراء الطبيعة تعتبر في الكتاب المشار اليه كلمة نابية تنم عن طرق فكرية غير واضحة يجب الغاؤها تماما .

**يوهر :** « اننى بالطبع لا أتفق مع هذا الحصر للغة ، وانك تعرف قصيدة شيلر « لغة الشك » (Sprache des Konfuzius) التي يعجبني فيها المقطع القائل « ان الفيض فقط يؤدي الى الوضوح وفي الهاوية تكمن الحقيقة » (٣) ان الفيض هنا في حالتنا لا يعبر فقط عن وفرة التجارب ولكن أيضا وفرة المصطلحات ، أو الطرق المختلفة للحديث حول مشاكلنا وحول الظواهر التكرارية .

ان التغير في التركيب الفكري - الذي يعتبر أساسا لفهم نظرية الكم - يمكن أن يحدث فقط من خلال الحديث حول الروابط الغريبة بين قوانين النظرية وبين الظواهر التكرارية التي يمكن مشاهدتها دائما وذلك عن طريق استخدام مصطلحات مختلفة والقاء الضوء عليها من كل النواحي والدوعية بمتناقضاتها الداخلية الظاهرية . انه مثلا ليقال باستمرار ان نظرية الكم غير كاملة لا تسمح فقط بوصف ازدواجي للطبيعة من خلال المصطلحين التكميليين « موجة » ، « وجسيم » . وبالطبع فان من فهم فعلا نظرية الكم لن يفكر بعد ذلك في الحديث حول الازدواجية . انه سيقبل النظرية كوصف موحد للظواهر التكرارية الذرية الذي يبدو مختلفا هناك فقط حيث يستخدم في ترجمة التجارب العملية الى اللغة العادية . واذن فان نظرية الكم تعتبر مثلاً رائعاً على أن

(١) Epochen des animistischen Denkens الفترة التي كانت تعتقد فيها الشعوب

البداية أن كل شيء له روح حتى الطبيعة ذاتها .

(٢) الشيء الذي لا يحده عن طريق مكوناته الأولية ولكن عن طريق العلاقات الواصلة

بين هذه المكونات .

(٣) Nur die Fülle führt zur Klarheit und im Abgrund Wohrt die Wahrheit.

الانسان يستطيع أن يفهم بكل وضوح قضية معينة وفى نفس الوقت يعرف أنه يستطيع فقط الحديث عنها باستخدام الصور والتشبيهات .

ان الصور والتشبيهات هنا هى أساسا المصطلحات الكلاسيكية ، واذن أيضا « موجهة » و « جسيم » ، اللذان لا يتلاءمان تماما مع العالم الحقيقى ، واللذان يرتبطان أحيانا بعلاقة تكميلية ومن ثم فهما متضادان . وبالرغم من هذا فاننا نستطيع فقط باستخدام هذه الصور القرب من القضية الحقيقية ، وذلك لانه يتحتم علينا أثناء وصف الظواهر التكرارية البقاء فى حيز اللغة العادية . وربما يكون ذلك هو الحال أيضا فى القضايا الفلسفية العامة خصوصا « ما وراء الطبيعة » . اننا مجبرون على الحديث بـ لصور والتشبيهات التى لا تناظر تماما ما نعنيه ، وفى هذا الصدد فاننا لانستطيع من وقت لآخر التغاضى عن المتناقضات ، ولكننا نستطيع بهذه الصور الاقتراب من القضية الحقيقية على نحو ما .

انه لا يجب علينا أن ننكر القضية نفسها « فى الهاوية تكمن الحقيقة » ، وهذا سيظل صحيحا تماما مثل الجزء الأول من مقطع البيت الشعرى .

لقد تحدثت قبل ذلك عن فيليب فرانك وكتابه حول العلة . لقد كان فيليب فرانك من المشتركين فى مؤتمر الفلاسفة فى كوبنهاجن وقد ألقى محاضرة عبر فيها عن قضايا ما وراء الطبيعة - كما ذكرت أنت - على أنها كلمة نابية فقط أو على الأقل كمثمل لطريقة التفكير الغير علمية . بعد انتهاء المحاضرة تحتم على اتخاذ موقف ازاءها وقد قلت تقريبا ما يلى :

أولا اننى لا أرى لماذا نسمح بإضافة المقطع ما وراء فقط الى مصطلحات مثل المنطق والرياضيات - لقد تحدث فرانك عن ما وراء المنطق (Metalogik) وما وراء الرياضيات (Meta Mathematic) ولكن ليس الى الفيزياء . اننا يجب أن نوضح فقط المراد بالمقطع « ما وراء » . ان المقصود هنا هو : القضايا التى تأتى بعد ذلك ، واذن القضايا بعد القواعد الأساسية للجمال المناظر . ولماذا اذن لا يجب علينا البحث عما يأتى بعد الفيزياء ؟ اننى أريد أن أبدأ بنقطة انطلاق مختلفة تماما ، وذلك لتوضيح موقفى الخاص ازاء هذه المشكلة . اننى أريد أن أسأل : « من هو



الاخصائي ؟ » • كثيرون منا سيرددون الاجابة ان الاخصائي هو انسان يعرف الكثير عن المجال المناظر • غير اننى لا أستطيع التسليم بهذا التعريف ، وذلك لأن الانسان لا يستطيع بالفعل أن يعرف الكثير حول مجال معين • ومن ثم فأننى أفضل التعبير : الاخصائي ، هو الانسان الذى يعرف بعض الأخطاء الكبيرة التى يمكن أن نفعها فى التخصص المناظر وهو لذلك يعرف كيفية تجنب هذه الأخطاء • بهذا المغزى فأننى أستطيع القول أن فيليب فرانك اخصائي فى ما وراء الطبيعة ، وذلك لأنه من المؤكد يعرف كيفية تجنب الأخطاء الكبيرة فى مجال ما وراء الطبيعة • اننى لست متأكدا ما اذا كان فرانك سعيدا بهذا الاطراء ، ولكننى لم أتهكم هنا بل أعنى ما أقوله بكل صدق • ان ما يهمنا فى هذه المناقشة هو أنه لا يجب علينا ببساطة محاولة التغاضى عن الحديث حول الهاوية ، التى تكمن فيها الحقيقة ، انه لا يجب علينا فى أى موضع ، أخذ الأمور بهذه البساطة •

فى مساء نفس اليوم استطردنا - فولفجانج وأنا - الحديث مرة أخرى ، لقد كنا نعيش أيام الليالى المضيئة حيث الجو الدافئ والشمس يمتد مغيبها حتى منتصف الليل • وها هى ترحل تحت الأفق وتكسو المدينة كوبنهاجن بالضوء الأزرق الباهت الذى خالطته حمرة رائعة • ومن ثم فقد قررنا السير على الخط الطويل الموازى لرصيف الميناء حيث يتم شحن وتفريغ السفن • بيد أن هذا الخط فى الجنوب عند الصخرة التى جلس فوقها التمثال البرونزى تعبيرا عن العذراء ماريا الصغيرة فى أسطورة « أنديرسن » (١) (Andersen) وفى الشمال ينتهى الخط بمصد الميناء الذى علت البرج فوقه فئارة لتوجيه السفن الى مدخل الميناء •

وقفنا على حافة البحر نراقب السفن الآتية والراحلة ثم بدأ فولفجانج حديثنا بالسؤال التالى :

فولفجانج : « هل راقك ما قاله نيلز اليوم حول الايجابية ؟ لقد شعرت أنك أكثر نقدا لهم من نيلز أو على الأدق أنك تتبنى مفهوما مختلفا للحقيقة بالمقارنة بفلاسفة هذا الاتجاه واننى لا أعرف ما اذا كان نيلز مستعدا لاستيعاب مفهومك هذا » •

هيزنبرج : « بالطبع فأننى لا أعرف ذلك أيضا • لقد نشأ نيلز فى وقت

---

(١) Hans Christian Andersen، شاعر دانيمركى ( ١٨٠٥/٤/٢ - ١٨٧٥/٨/٤ ) •

كان يتطلب مجهودات كبيرة من أجل التحرر من التفكير التقليدي للعالم المتحضر في القرن التاسع عشر وعلى وجه الخصوص من طرق التفكير الملازمة للفلسفة المسيحية . ولأنه استطاع انجاز هذه المجهودات فإنه يتحاشى دائما استعمال لغة الفلسفة القديمة أو علم الأديان بدون تحفظ . بالنسبة لنا فإن الحال مختلف وذلك لأننا بعد حربين عالميتين وثورتين لانحتاج الى جهود أخرى لتحرير أنفسنا من أى تقاليد معينة انه - بالنسبة لى - ليعتبر من السخافة - وكلانا نتفق فى هذا مع نيلز - أن أحرم على نفس القضايا أو الخطوط الفكرية للفلسفات السابقة بعله أنه لم يعبر عنها باستخدام لغة دقيقة . وبالرغم من أننى أجد صعوبات أحيانا فى فهم المراد بهذه الخطوط الفكرية ، وأحاول ترجمتها باستخدام تعبيرات عصرية والنظر فيما اذا كنا نستطيع الآن تقديم اجابات جديدة ، فأننى لا أخشى تناول القضايا القديمة مرة أخرى، كما أننى لا أخشى استخدام اللغة التقليدية لواحد من الأديان القديمة . اننا نعرف أنه من المحتم فى الدين استخدام لغة الصور والتشبيهات التى لاتستطيع أبدا التمثيل الدقيق لما هو معنى بالفعل . ولكن فى النهاية فإن معظم الديانات القديمة التى تنتمى الى العصر السابق للعلوم الطبيعية الحديثة ، تدور تقريبا حول نفس المضمون ونفس الموضوعات التى يجب أن تمثل من خلال صور وتشبيهات والتى تتعلق بالدرجة الأولى بقضايا القيم . ربما يكون الايجابيون على حق فى أنه من الصعب اليوم اعطاء مغزى لمثل هذه التشبيهات . بيد أن واجبنا سيظل منصبا على فهم هذا المغزى ، وذلك لأنه يعتبر جزءا حاسما من واقعنا ، أو التعبير عنه بلغة جديدة اذا كانت اللغة القديمة عاجزة عن ذلك .

**قولفجانج :** « لو أمعنا النظر فى هذه القضايا ، فأننا سنستنتج أنك لست مقتنعا بمفهوم الحقيقة الذى ينطلق من احتمالية التنبؤ الحسبى واذن فما هو مفهومك للحقيقة فى العلوم الطبيعية ؟ لقد أشرت اليه قبل ذلك فى بيت بوهر بالمقارنة بمسار الطائفة . اننى لا أعرف ، ما الذى تعنيه بهذه المقارنة ، وما هو المناظر للطبيعة ؟ أهو نية القائد أم المهمة المكلف بها ؟ »

**هيزنبرج :** « ان مثل هذه الكلمات « نية (Absicht) » أو « مهمة (Auftrag) » تنبعث من الجانب الانسانى ويمكن فهمها - فى أحسن الظروف - بالنسبة للطبيعة كاستعارات فقط . ولكن ربما تستطيع عن طريق مقارنتنا القديمة بين فلك بطليموس وبين علم

حركة الكواكب منذ نيوتن ، الوصول الى ما تريد ، فلم يكن  
 الفلك البطليموسى سيئا بالمقارنة بالنيوتينى من ناحية مقياس  
 الحقيقة (Wahreitst riterium) للتنبؤ الحسابى . ولكن عندها  
 نقارن اليوم بطليموس ونيوتن ، فاننا نعرف أن نيوتن قد عبر  
 عن مسارات الأجسام السماوية فى معادلاته للحركة بطريقة أصبح  
 وأعم ، بمعنى أنه وصف « النية » التى أنشئت الطبيعة وفقا لها .  
 ولكى نوضح ذلك بمثل من الفيزياء الحالية : عندما نتعلم أن  
 قوانين المحافظة (Erhaltungsgesetze) المختلفة ، مثل المحافظة على  
 الطاقة أو المحافظة على الشحنة ، تحمل صفة كونية ، وأنها  
 سارية المفعول فى مجالات الفيزياء وأنها تتكون عن طريق صفات  
 تماثلية فى القوانين الأساسية ، فانه يصبح من الممكن القول بأن  
 هذه « التماثلات » (Symmetrien) تعتبر عناصر حاسمة للخطة  
 التى خلقت الطبيعة وفقا لها . ومع ذلك فاننى أعرف تماما أن  
 كلمة « خطة » (Plan) ، وكلمة « خلقت » (geschaffen) قد أخذتا  
 من المحيط الانسانى ولذلك فانهما - على أحسن الأحوال - يعتبران  
 استعارة . ولكن من الواضح هنا أيضا أن اللغة لا تستطيع  
 تزويدنا بمفاهيم خارجة عن الانسان نستطيع بها الاقتراب أكثر  
 الى « ما هو معنى به » (das Gemeinte) . إذن ماذا يجب على  
 اضافته الى مفهومى للحقيقة النابعة من العلوم الطبيعية ؟ » .

**فولفجانج :** « نعم ، نعم ، ان الايجابيين يمكنهم هنا بالطبع الاعتراض  
 بأنك تثرثر الآن بطريقة غير واضحة . وأنهم يستطيعون التفاهر  
 بأن مثل هذا الشئ لا يمكن أن يحدث لهم . ولكن ترى أين توجد  
 الحقيقة أكثر ، فى الغموض أم الوضوح ؟ لقد كرر نيلز مرارا .  
 « فى الهاوية تكمن الحقيقة » . ولكن هل ثمة هاوية ، وهل ثمة  
 حقيقة بالفعل ؟ وهل لهذه الهاوية علاقة بقضيتى الحياة  
 والموت ؟ » .

توقف الحديث بعض الوقت لمسرور سفينة ركاب كبيرة بالقرب  
 منا ، بدت بأضوائها المختلفة الخافتة تحت أشعة الغروب وكأنها خرافة  
 وليست واقعا بالفعل . لقد حلمت للمحيطات قليلة . بأقدار الناس  
 الواقفين خلف نوافذ الكبائن المضيئة ثم حولت فى مخيلتى أسئلة  
 فولفجانج الى أسئلة حول السفينة وركابها . ترى ماذا كانت السفينة  
 فى الواقع ؟ هل هى كتلة من الحديد لها مركز قيادة وأدوات انتقال  
 كهربائية ولمبات مضيئة ، أو أنها تعبير عن النية الانسانية ؟ أم هى هيكل  
 بنى نتيجة العلاقات الانسانية بين البشر ؟ أو أنها نتيجة للقوانين الطبيعية



البيولوجية التي استخدمت كموضوع لقوتها التكوينية هذه المرة ليس فقط « جزئيات الزلال » (Eiweiss moleküle) ولكن صلبا وتيارات كهربائية ؟ واذن ، هل تمثل كلمة « النية » فقط الانعكاس لهذه القوى المكونة أو للقوانين الطبيعية فى الوعي الانسانى ؟ وماذا تعنى كلمة « فقط » فى هذا الصدد ؟

ومن هنا اتجه هذا الحديث مع النفس مرة أخرى الى القضايا العامة . هل يعتبر بلا مغزى تماما التفكير فى « وعى » (Bewusstsein) خلف التركيبات المنظمة للكون ككل ، الذى « نيته » هى هذه التركيبات ذاتها ؟ بالطبع فان طرح السؤال هكذا يعتبر اضافة صبغة انسانية له ، وذلك لأن كلمة « وعى » قد تكونت من خلال التجارب الانسانية ، ومن ثم لا يجب استعمال هذا المفهوم خارج النطاق الانسانى . ولكن عندما نتقيد بشدة هكذا ، فان يصبح من غير المسموح أيضا الحديث عن « وعى » حيوان ما . بيد أننا نشعر أن مثل هذا الحديث يتضمن مغزى معيناً . اننا نحس أن مغزى كلمة « وعى » يزداد غموضا عندما نحاول استخدامها خارج النطاق الانسانى .

واذن فان هناك حلا بسيطا لدى الايجابيين مقتضاه تقسيم الكون الى هذا الذى يمكن التعبير عنه بوضوح وذلك الذى يتحتم السكوت عليه . ومن ثم فان علينا أن نسكت هنا . ولكن هل توجد فلسفة فى الكون عديمة المغزى كهذه . ذلك أننا لا نستطيع فعلا أن نقول أى شئ تقريبا بوضوح . وعندما نستبعد كل ما هو غامض ، فربما لا يبقى سوى التكرارات (Tautologien) الغير مهمة على الإطلاق .

قطع فولفجانج هذا التسلسل الفكرى بأن عاد مرة أخرى الى الحديث عن القيم .

**فولفجانج :** « ولقد قلت قبل ذلك ان لغة الصور والتشبيهات التى تستخدمها الديانات القديمة ليست غريبة عنك ، وانك لهذا السبب لا توافق على التقييد الذى يتبناه الايجابيون ، وقد أشرت أيضا الى أن الأديان المختلفة تعنى ، بالرغم من صورها المختلفة تماما ، تقريبا نفس « الموضوع » الذى يرتبط فى نقطة مركزية مع قضية القيم . ما الذى أردت قوله بهذا ؟ وما هى علاقة هذا « الموضوع » بمفهومك للحقيقة ؟

**هيزنبرج :** « ان قضية القيم تنصب على السؤال عما نقوم به ، وعما نتطلع اليه وكيف يجب علينا أن نتصرف . وهذا السؤال اذن .

طرح من انسان وموجه الى انسان ، انه السؤال حول المؤشر الذى يجب أن نتجه وفقا له حينما نبحث عن طريقنا فى الحياة . وهذا المؤشر أخذ فى الديانات المختلفة والرؤى الفكرية المختلفة أسماء مختلفة : الحظ ، المشيئة الالهية ، المغزى ، وذلك فقط لذكر بعضها . ان تباين الأسماء يشير الى اختلافات عميقة فى تركيب الوعى للجماعات الانسانية المختلفة ، التى دعت مؤشرها هكذا . واننى بالطبع لا أريد التقليل من شأن هذه الاختلافات . ولكنى أشعر أنه فى كل من هذه التعبيرات يدور الموضوع حول العلاقة بين الانسان والنظام المركزى للكون . بالطبع فأننا نعرف أن الواقع يعتمد بالنسبة لنا على تركيب وعينا ، وأن المجال الذى يمكن جعله موضوعيا يعتبر فقط جزءا صغيرا من واقعنا . ولكن أيضا هناك حيث نسأل عن المجال الذاتى ، فان النظام المركزى يعتبر مؤثرا وهو يمنعنا من اعتبار موضوعات هذا المجال لعبة للمصادفة أو العشوائية . غير أنه قد توجد حيرة كبيرة فى المجال الذاتى ، سواء أكان ذلك للفرد أم للشعوب . فقد تحكم الشياطين وتلاعب بغيبيتها ، أم - لو أردنا التعبير علميا - قد تصبح نظاما جزئية مؤثرة تلك التى لا تتلاءم مع النظام المركزى الذى فصلت عنه . ولكن فى النهاية يتغلب دائما النظام المركزى ، « الواحد Des Eine » - بالتعبير القديم - الذى ترتبط به فى لغة الدين ، وعندما يسأل عن القيم ، فإن المطلوب يكون اذن ذكر أنه ينبغى علينا التصرف وفقا لجوهر هذا النظام المركزى وذلك لتحاى الحيرة التى قد تنشأ من خلال نظم جزئية منفصلة . ان فاعلية « الواحد » تتجلى من خلال أننا ندرك ما هو منظم (das Geordnete) « على أنه خير » وما هو محير (das Verwirrte) و « ما هو همجى (das Chactische) » على أنه شر .

ان النظرة على مدينة محطمة بفعل القنبلة الذرية تبدو لنا مفزعة ، ولكننا نفرح عندما ننجح فى تحويل الصحراء الى أرض خصبة مزدهرة . اننا نستطيع ادراك النظام المركزى فى العلوم الطبيعية مثلا من خلال قدرتنا فى النهاية على استخدام استعارات مثل « الطبيعة خلقت وفقا لهذه الخطة » . وفى هذا الموضع يرتبط مفهومى للحقيقة بالموضوع المعنى به فى الدين . اننى أعتبر أننا استطعنا التفكير فى كل هذه العلاقات بطريقة أفضل منذ فهمنا نظرية الكم ، وذلك لأننا يمكننا هناك التعبير بلغة

رياضية مجردة عن نظم موحدة حول مجالات شاسعة ، ولكننا نعرف في نفس الوقت أننا عندما نريد وصف تأثيرات هذه النظم لابد وأن نستخدم التشبيهات وطرق التعبير التكميلية والمتضادات والمتناقضات الظاهرية .

**فولفجانج :** « نعم ، ان هذا النموذج الفكرى يعتبر مفهوما تماما ، ولكن ما الذى تعنيه بقولك ان النظام المركزى يتغلب دائما ؟ ان هذا النظام كائن أو ليس كائنا ، ولكن ما هو المقصود » بأنه يتغلب دائما ؟ » .

**هيزنبرج :** « اننى أقصد بهذا شيئا بسيطا جدا ، مثلا حقيقة أنه بعد كل شتاء تتفتق الأزهار مرة أخرى فى الحقول ، وبعد كل حرب يعاد بناء المدن من جديد ، وكل ما هو همجى فى هذا العالم يستبدل دائما بما هو منظم » .

بعد هذه الكلمات ، سرنا لوقت طويل كل بجوار الآخر قد خيم الصمت علينا حتى وصلنا قرب نهاية الخط الطويل فوق الشاطئ . ومن هناك ذهبنا فوق مصد الميناء حتى الفنارة العالية . وفى الشمال كانت الخيوط الحمراء فوق الأفق تشير الى أن الشمس لم ترحل بعيدا تحته الى الشرق . لقد كانت خطوط المباني فى الميناء واضحة بكل حدة وعندما وقفنا للحظات فى نهاية المصد ، بادرنى فولفجانج قائلا :

**فولفجانج :** « هل تعتقد فعلا فى وجود « اله مشخص » . اننى أعرف بالطبع أنه من الصعب اعطاء مغزى واضح لمثل هذا السؤال ، ولكن اتجاهه واضح على كل حال » .

**هيزنبرج :** « هل يمكننى أن أطرح السؤال بطريقة أخرى ، واذن فانه سيصبح : هل تستطيع ، أو هل يستطيع الانسان أن يقف مباشرة أمام النظام المركزى للأشياء أو للأحداث ، الذى لا يوجد شك فى كينونته ، وأن يدخل فى صلة مباشرة معه ، كما هو ممكن فى روح انسان آخر ؟ اننى سأستعمل هنا كلمة روح (Seele) التى يصعب على الانسان توضيح كنهها ، لكى لا أفهم خطأ . لو أنك سألتنى هكذا ، فان اجابتي ستكون بنعم . واننى أستطيع - وذلك لأن الموقف هنا لا يعتمد على تجربتي الشخصية - أن



أذكرك بالنص الشهير الذي كان « باسكال (١) » (Pascal) يحمله دائما معه والذي يبدأ بكلمة « نار » . بيد أنني أعتبر هذا النص غير سارى المفعول بالنسبة لى » .

فولفجانج : « انك تعنى اذن أن النظام المركزى يمكن أن يكون حاضرا بنفس الشدة التى يمكن أن توجد بها روح انسان آخر ؟ » .

هيزنبرج : « ربما » .

فولفجانج : « لماذا استخدمت هنا كلمة روح ولم تتحدث مثلا عن انسان آخر فحسب ؟ » .

هيزنبرج : « لأن كلمة روح تمثل النظام المركزى ، الوسط لكل كائن حى الذى قد يكون فى أشكال ظهوره الخارجية متعددة وغير منتهى » .

فولفجانج : « اننى لا أعرف ما اذا كنت أوافق معك تماما هنا . ان على كل انسان ألا يبالغ فى تجاربه الشخصية » .

هيزنبرج : « بالطبع لا ، ولكن الانسان يعتمد فى العلوم الطبيعية على تجاربه الخاصة أيضا أو على تجارب الآخرين التى تروى لنا بطريقة أمينة يمكن الوثوق بها » .

فولفجانج : « ربما كان على ألا أسأل هذا ولكننى أريد الرجوع الى مشكلتنا التى انطلقنا منها ، أى الى الفلسفة الايجابية . انها بالنسبة لك تعتبر غريبة وذلك لأنك اذا أردت تحقيق كل محرماتها فانك لن تستطيع الحديث عن كل الاشياء التى تناولناها توا . ولكن هل يمكننا الاستنتاج من هذا ، أن هذه الفلسفة ليس لها قطعيا علاقة بعالم القيم أو أنها لا تحتوى على أى مبادئ أخلاقية ؟ » .

هيزنبرج : « ان هذا يبدو للوهلة الأولى كذلك ، ولكنه هنا بالعكس تاريخيا . فمبدأ الايجابية هذا الذى نتحدث عنه والذي يقابلنا اليوم قد نما من « مبدأ المنفعة » (٢) والتصرفات الأخلاقية النابعة منه والمنتمة اليه . لقد علم مبدأ المنفعة الأفراد عدم

---

(١) Blaise Pascal ، فيلسوف أديان وفيزيائى ورياضى فرنسى (١٦٢٣/٦/١٩ -

١٦٦٢/٨/١٩) .

(٢) Pragmatismus تعاليم فلسفية أسسها Ch. S. Peirce عام ١٨٧٩ . تتروى

بكل ما هو نظرى وفقا لقيمه العملية .

الركون الى الكسل والعمل المستمر وتحمل المسؤولية ورعاية الجار دون التفكير مباشرة في تحسين العالم ، والعمل هناك حيث تتوافر القوى من أجل نظام أفضل على النطاق الضيق أولا . وفى هذا الصدد يبدو أن مبدأ المنفعة يتفوق على الديانات القديمة . وذلك لأن التعاليم القديمة تحرض بسهولة على السلبية وبالإضافة الى هذا أن كيف الانسان نفسه بالنسبة لما لا يمكن تحاشيه ظاهريا ، والذي يستطيع الانسان فى الواقع تحسينه لو اعتمد على سواعده الخاصة .

ان أهم قواعد مبدأ المنفعة ، أى البدء بالصغير عند الرغبة فى تحسين ما هو أكبر ، تعتبر بالتأكيد قاعدة أساسية جيدة فى مجال التصرف العملى ، وحتى فى العلم فان هذه القاعدة تعد على المدى البعيد صحيحة ، اذا لم يفقد الانسان العلاقة الكبرى من نصب عينيه . ففى فيزياء نيوتن مثلا كانت الدراسة العميقة للتفاصيل بالإضافة الى النظرة على الكل (das Ganze) مؤثرة للغاية .

بيد أن مبدأ الايجابيين بشكله الحالى يقع فى الخطأ ، انه لا يريد رؤية العلاقة الكبرى وأنه يرغب - ولعل أبالغ فى النقد هنا - فى تركها عنوة فى الضباب ، وهو على الأقل لا يشجع أحدا على التفكير فيها .

**فولفجانج :** « ان نقدك لمبدأ الايجابية مفهوم لى للغاية ، غير أنك لم تجب بعد على سؤالى ، اذا كان الموقف المختلط من مبدأى المنفعة والايجابية يعطى أخلاقية معينة - وانك بالتأكيد محق فى أنه يعطى هذه الأخلاقية التى تراها تعمل بالفعل فى انجلترا وأمريكا - فمن أين تحصل هذه الأخلاقية على المؤشر الذى تتجه بناء عليه ؟ لقد زعمت أن المؤشر يأتى دائما فى النهاية من العلاقة مع النظام المركزى . ولكن أين نجد هذه العلاقة فى مبدأ المنفعة ؟ »

**هيزنبرج :** « لقد التزمت هنا بمبحث « ماكس فيبر » (١) (Max Weber) القائل بأن أخلاقية مبدأ المنفعة تنبعث فى النهاية من « الكالفينية » (٢) (Calvinismus) ، واذن فان مصدرها هو الديانة المسيحية .

(١) عالم اجتماع واقتصاد المانى ( ١٨٦٤/٤/٢١ - ١٩٢٠/٦/١٤ ) .  
(٢) تعاليم يوهان كالفين ( ١٥٠٩/٧/١٠ - ١٥٦٤/٥/٢٧ ) الخاصة باختبار الالهى .

عندما يسأل الفرد فى هذا العالم الغربى عن الخير والشر ،  
عما هو جدير بالتطلع اليه وما هو جدير باللعة فانه يجد دائما  
مقياس القيم للديانة المسيحية ، وحتى هناك حيث لم يعد الفرد  
يستطيع التوافق مع الصور والتشبيهات فى هذه الديانة .

فى اللحظة التى تختفى فيها القوة المغناطيسية التى تدير هذا  
المؤشر - وهذه القوة لابد وانها تنبعث فقط من النظام المركزى -  
عندئذ ستحدث أشياء مفزعة للغاية تفوق كثيرا سجون التعذيب  
النارية والقنابل الذرية . ولكننا لا نريد الحديث عن هذا الجانب  
المظلم لعالمنا ، وربما يتجلى النظام المركزى فى هذه اللحظة فى  
موضع آخر .

ان الحال فى العلم هو كما قال نيلز : يتركز فى أنفسنا نسلم  
بمتطلبات النفعيين والايجابيين بصدد العناية الفائقة الدقة فى  
التفاصيل والوضوح الغير محدود فى اللغة . ولكن يتحتم علينا  
تخطى محرمات هذه المبادئ وذلك لأنه اذا لم يكن مسموحا لنا .  
الحديث حول العلاقة الكبرى والتفكير فيها فاننا سنفقد المؤشر  
الذى توجه أنفسنا به .

بالرغم من أن الوقت قد كان متأخرا ، فقد رسى مركب صغير  
آخر بجوار المصد المائى وعاد بنسا الى « كونجينز نيتورف »  
(Kongens Nytorv) ومن هناك وصلنا بسهولة الى بيت بوهر .



## ١٨ - مناظرة فى السياسة والعلم

( ١٩٥٦ - ١٩٥٧ )

بعد عشر سنوات من نهاية الحرب تم التغلب على الدمار الناجم منها . لقد كانت عملية إعادة البناء - على الأقل فى النصف الغربى من ألمانيا ، أى ألمانيا الاتحادية - قد أحرزت تقدما بحيث انه بدأ التفكير فى اشراك الصناعة الألمانية بتكليف من الحكومة الذرية المتطورة . وفى خريف عام ١٩٥٤ اشتركت بتكليف من الحكومة الاتحادية فى المفاوضات الأولى فى واشنطن حول استئناف هذه الأعمال فى الدولة الاتحادية . لقد كان لحقيقة أنه لم تجر أى محاولة فى ألمانيا لبناء القنابل الذرية أثناء الحرب ، بالرغم من أن المعارف الأساسية اللازمة لذلك كانت متوفرة ، وأثرت تأثيرا هاما فى سير هذه المفاوضات . على كل فقد سمح لنا ببناء مفاعل ذرى صغير وقد بدا لنا وكأن الحواجز أمام التكنولوجيا الذرية السلمية فى ألمانيا ستسقط قريبا .

تحت هذه الظروف كان يتحتم فى ألمانيا الاتحادية أيضا القيام بالتحويلات اللازمة للتطور المستقبلى فى هذا الميدان . بالطبع كان الواجب الأول هو بناء مفاعل أبحاث ، حتى يتمكن الفيزيائيون والمهندسون - أو عموما الصناعة الألمانية - من التعرف على المشاكل التكنولوجية فى هذا الميدان الجديد . وكان واضحا أن القسم الذى

يرأسه كارل فيرتس فى معهد ماكس - بلانك للفيزياء بجوتنجن سيلعب دورا هاما فى هذا المشروع ، وذلك لانه قد توفرت فى هذا القسم كل الخبرات عن تطور المفاعلات أثناء الحرب كما تم - بقدر الامكان - متابعة احصوات التقدمية الأخيرة فى المراجع أو المؤتمرات العلمية . ومن ثم فقد كلفنى اديناور مرات عديدة فى هذا الوقت بالتفاوض مع الجهات الرسمية أو الصناعية وذلك للعناية بأن الخطط الأولى تناظر أيضا من وجهة النظر العلمية الضرورات الموضوعية . لقد كان شيئا جديدا بالنسبة لى - وان كان متوقعا - أنه حتى فى الدول الديمقراطية فان قرارا هاما مثل بداية التكنولوجيا الذرية الحديثة لا تتخذ فقط بناء على وجهات النظر الخاصة بملامة الأهداف الموضوعية ولكن أكثر من ذلك بناء على توازن معقد من المصالح الفردية التى يصعب فهمها والتى تقف حائلا فى طريق هذه الأهداف . وأنه من غير العدل هنا محاولة لوم السياسيين على ذلك . ان عملية التوفيق بين المصالح المتعارضة وتحويلها الى تعاون ديناميكى مشترك تعتبر أهم واجبات السياسيين التى يتحتم علينا - بقدر الامكان - مساعدتهم فى تحقيقها . وبالطبع فاننى لم أكن متمرسا فى موضوع توازن المصالح الاقتصادية أو السياسية ، ومن هنا لم أستطع تقديم الكثير من مثل هذه المفاوضات .

فى كل الأحاديث التى أجريتها فى هذا الوقت مع معاونى المقربين ركزت على التصور أنه قد يكون من الملائم للهدف بناء أول مفاعل أبحاث المحدد للأغراض التكنولوجية بالقرب من معهدنا . ومن ثم فقد كان علينا البحث عن مساحة كبيرة من الأرض لبناء المعهد وللمعدات التكنولوجية التى ستتوسع فى المستقبل ، وقد طالبت بأن يكسونه الموقع الجديد بالقرب من ميونخ . وبالطبع فقد لعبت الدوافع الشخصية ، أى الرابطة بينى وبين المدينة منذ أيام الشباب والدراسة الجامعية ، دورا فى طلبى هذا . ولكن بالإضافة الى ذلك فقد بدا لى أن القرب من معقل ثقافى هام متفتح على العالم المعاصر مثل ميونخ يعتبر أساسا هاما لأعمال المعهد . ومن ناحية أخرى فقد كان من عوامل تعقيد التعاون المشترك بين المعهد ومركز التكنولوجيا الذرية الجديد التفكير فى أنه عن طريق هذا التعاون يمكن استغلال خبرات المعهد أثناء الحرب بالدرجة القصوى وأن الفريق المعد لمثل هذه الواجبات فى معهدنا أراد فعلا ممارسة التكنولوجيا الذرية فقط ، واذن لا يمكن أن يقع فى محاولة استغلال الوسائل الكبرى للمركز التكنولوجى فى أهداف أخرى . ولكننى لاحظت أنه لم يكن لدى ممثلى الصناعة اهتماما حقيقيا لاقامة مثل هذا التطور التكنولوجى فى بافاريا ، لقد اعتبروا أن الظروف فى

« بادين - فورتمبرج » (Baden-Wurttemberg) أكثر ملاءمة ولذلك وقع اختيارهم على الكارلسروهي (Karlsruhe) . وبالرغم من ذلك فقد عرضت حكومة بافاريا تأييث مبنى جديد للمعهدنا في ميونخ .

جاءت الخطوة التالية من الحكومة التي كلفت كارل فيرتس بالانفصال بمجموعته المتخصصة في تكنولوجيا المفاعلات من المعهد والتوجيه بها الى الكارلسروهي ، بينما حصل كارل فريدريش على وظيفة أستاذ للفلسفة في جامعة هامبرج .

لم يكن مريحا لي في هذا القرار - الذي راعى رغبتى بالنسبة لنقل المعهد الى ميونخ - تجاهله للأسس الموضوعية التي تبنيتهما بالنسبة لجعل تطور التكنولوجيا الذرية بالقرب من معهدنا . لقد أثار غضبي أن التعاون المشترك لسنتين طويلة مع كارل فريدريش و كارل فيرتس سوف يجد نهايته الآن ، وصرت قلقا حول ما اذا كان المركز الجديد للتكنولوجيا الذرية السلمية المقام في الكارلسروهي سيستطيع بمرور الوقت تحاشي قبضة الذين أرادوا استخدام مثل هذه الوسيلة من أجل أهداف أخرى . لقد أقلقني أن الناس الذين يملكون السلطة في أخذ القرارات الهامة قد تصوروا أن الحدود بين التكنولوجيا الذرية السلمية وبين تكنولوجيا التسليح النووي تشبه سهولة الحدود بين التكنولوجيا الذرية والأبحاث الذرية الأساسية البحتة . وقد كان مما زاد قلقي انتشار الرأي بين بعض الدوائر السياسية والعلمية القائل بأن التسليح الذري يعتبر في عالمنا إحدى الوسائل العادية للحماية ضد التهديدات الخارجية ولذلك لا يجب التفاوض عنه في ألمانيا الاتحادية . بينما كنت أنا وكثيرون من الأصدقاء مقتنعين بأن التسليح الذري سوف يضعف موقف السياسة الخارجية الألمانية وأنا سنخسر بتطلعنا الى الاسلحة الذرية على أي حال . وذلك لأن السخط على تصرفات الألمان في سنوات الحرب كان منتشرا ولا يقر بالسماح بجعل الاسلحة الذرية في أيدي ألمانيا .

أثناء المقابلات المختلفة التي قمت بها في هذا الوقت مع المستشار الألماني بدا لي أيضا أن أديناور مقتنع بالرأي القائل أنه على ألمانيا أن تنفذ في قضايا التسليح الحد الأدنى الذي يطلبه الحلفاء منها . ولكنه أقر بأن المهم هنا هو التوازن بين مصالح مختلفة للغاية يصعب التوفيق بينها .

لقد كان كارل فريدريش هو الوحيد بين أصدقائي الذي تبني هذا



الموضوع مرارا والذي تولى بعد ذلك فكرة اتخاذ خطوات سياسية بهذا الشأن .

ربما بدأت احدي محاوراتنا بأن وجهت السؤال التالى الى كارل .

هيزنبرج : « ما هو حكمك على مستقبل معهدنا ؟ اننى قلق لان أعمال التكنولوجيا الذرية يجب أن تنفصل تماما من معهدنا . بالطبع فانه توجد عدا ذلك واجبات علمية أخرى ، ولكن من الذى يريد هذا الفصل ؟ هل كان اقتراحى - الذاتى بعض الشيء - فقط هو الذى أدى الى عملية الفصل ؟ أم أن هناك أسبابا موضوعية لفصل المركز المستقبلى للتكنولوجيا الذرية السلمية عن جمعية - ماكس - بلانك ؟ »

كارل : « فى مثل هذه القضايا السياسية يصعب تعريف كلمة « موضوعية » ، ان مثل هذا التطور التكنولوجى يؤدى الى تغييرات اقتصادية ضخمة فى المنطقة التى تختار كموقع له . انه سيؤدى الى توفير العمل لكثير من الناس وبناء مستعمرات سكنية لهم كما ان الصناعات الخاصة باستخراج الطاقة واستخدامها سوف تحصل على أهمية مميزة ومراكز لها وواجبات انتاجية . واذن فان الأسباب التى تؤدى بمدينة أو مقاطعة الى اختيسار المنطقة التى سيجرى فيها مثل هذا التطور تعتبر أسبابا « موضوعية » كافية . ان القرار الخاص باختيار أماكن التطور للتكنولوجيا الذرية السلمية سيعرض هنا - كما فعلنا نحن فى حديثنا حول القنابل الذرية - فى الفارم هول - كجزء من التخطيط التكنولوجى العلمى لألمانيا الاتحادية كلها ، ولن يقتصر على السؤال حول المكان الذى يمكن الوصول فيه بأسرع ما يمكن على مفاعلات قابلة للتشغيل . واذن فان هناك أسبابا أخرى يمكن استنتاجها من دراسة التأثير المشترك للكل » .

هيزنبرج : « وسيتحتم علينا الاعتراف بمثل هذه الأسباب ، وأنت تعنى أنها قد لعبت هنا الدور الرئيسى ؟ »

كارل : « اننى لا أعرف هذا ، وهنا يكمن فى الواقع مصدر قلقى . كما تعرف من محادثات كثيرة سابقة فانه من الصعب على أغلبية المراقبين الخارجيين اقامة حدود قاطعة للتطور الذى يخطط له الآن ضد تكنولوجيا التسليح من ناحية وضد الأبحاث العلمية من ناحية أخرى .

ومن ثم فانه ستوجد تطلعات - ربما تكون ليست ذات أهمية - ترمى الى ضم مجالات الأبحاث العلمية البحتة التي ليست لها علاقة مباشرة بهذا التطور التكنولوجي الى المركز الجديد ، وقد توجد تطلعات أخرى - وهذا هو الخطر - تفكر أثناء التكنولوجيا الذرية السلمية في التطبيقات المستقبلية في مجال الأسلحة ، مثلاً في الحصول على البلوتونيوم (Plutonium) . بالطبع فان كارل فيرتس سيبذل أقصى الجهود للحفاظ بلا مقايضة على خط الاستخدام السلمي للتكنولوجيا الذرية . ولكن قد توجد قوى شديدة في اتجاهات أخرى لن يستطيع كفرد الوقوف أمامها .

واذن يجب علينا محاولة الحصول على بيان ملزم من حكومتنا بأنه لن يتم السعى الى انتاج الأسلحة الذرية . بيد أن الحكومة ترغب في الحفاظ على طرق كثيرة مفتوحة أمامها . انها ستعمل بالكاد على تقييد أيديها . اننا يمكننا أن نفكر في بيان للرأي العام ، ولكن هل لمثل هذه النداءات أى معنى ؟ لقد قمت بنفسك في العام الماضي بصياغة بيان وقعته جماعة الفيزيائيين المجتمعين فوق الجزيرة « مايناو » (Mainau) فهل كنت سعيداً بذلك ؟ » .

هيزنبرج : « نعم لقد شاركت في هذا الموضوع ، ولكننى أساساً أكره هذه الاعلانات . ان القاء الخطب العلنية التي يقال فيها ان الفرد يقف مع السلام وضد القنبلة الذرية تعتبر ثروة غبية ، وذلك لأن كل انسان سليم العقل يعتبر بالفطرة مع السلام وضد القنبلة الذرية وهو لا يحتاج بذلك الى بيان من العلماء . ان الحكومات ستأخذ في حساباتها السياسية بمثل هذه الاعلانات وانها ستعلن دائماً أنها مع السلام وضد القنابل الذرية . ولكنها ستضيف في عبارات جانبية أنها بالطبع تعنى ذلك السلام المشرف لشعوبها ومن ثم فهي في الواقع تسفه القنابل الذرية التي يملكها الآخرون . وبهذا طبعاً فائناً لن نجن شيئاً » .

كارل : « على كل حال فان الشعب سيتذكر دائماً أن الحرب بالأسلحة الذرية تعتبر سخفاً . واذا كان هذا التحذير بلا هدف ، لما وقعت أنت البيان في مايناو » .

هيزنبرج : « اننى أوافق على ذلك ، ولكن كلما كان مثل هذا البيان عاماً وغير ملزم ، كان تأثيره أقل » .

**كارل :** « حسن ، واذن يجب علينا أن نفكر فى شىء أكثر جدية ، لو أردنا الوصول الى محاولة جديدة بالفعل من جانبنا » .

**هيزنبوج :** « ان السياسة القديمة : القوة السياسية والاقتصادية ، والضغط عن طريق التهديد بالأسلحة ، مازالت تعتبر خصوصا خارج ألمانيا سياسة واقعية ، حتى هناك حيث أصبحت منذ أمد بعيد العكس لذلك :

لقد سمعت منذ أيام عضوا فى الحكومة يقول اذا كانت فرنسا حائزة على أسلحة ذرية فانه يجب على الحكومة الألمانية أن تطالب بالمعاملة بالمثل ، بالطبع فأننى عارضته بسرعة . لم يكن المفزع بالنسبة لى فى هذا رأى الهدف المراد ، ولكن الأسباب التى بنى عليها هذا الهدف . لقد اعتبر هذا العضو أنه من المنطقي ان امتلاكنا للأسلحة الذرية يعتبر ميزة سياسية ، ومن ثم فقد سأل فقط عن كيفية الوصول الى مثل هذا الهدف المميز . لقد خشيت أن هذا العضو سيعتبر كل من يفكر بطريقة أخرى - أى كل من يشك فى الأسباب نفسها - وهم لا أمل فيه أو مقامر حالم يتعقب أهدافا سياسية مخالفة لما يظهر - مثل ضم ألمانيا الاتحادية الى روسيا » .

**كارل :** « انك الآن تبالغ ، نظرا لمضايقتك من رأى هذا العضو . ولكن سياسة الحكومة تعتبر بالتأكيد أكثر تريثا وانه لتوجد مسافة كبيرة بين امتلاك القنبلة الذرية وبين السلبية الكاملة حيث يكون الاعتماد الكلى على الآخرين . وعلى كل حال يجب علينا أن نعمل كل ما فى مقدورنا لمنع وقوع أى تطور فى الاتجاه الخطأ » .

**هيزنبوج :** « ان هذا سيكون صعبا للغاية . لقد تعلمت من التطورات فى الأشهر الأخيرة أن الانسان لا يستطيع ممارسة السياسة والعلم فى نفس الوقت بنفس الكفاءة . أو على أى حال فان قوتى لا تساعدنى على ذلك . وهذا لا يعتبر غير منطقي وانه من المهم العطاء الكلى فى كل من السياسة والعلم ونصف الطريق لا يصبح فى الحالتين . واذن فأننى سأحاول العودة الى العلم فقط » .

**كارل :** « انك لا تفعل الصواب بهذا ، فالسياسة ليست فقط وظيفة للمتخصصين واذا أردنا منع وقوع كوارث مثل تلك التى حدثت فى سنة ١٩٣٣ ، فان علينا اعتبارها واجبا على كل فرد . ومن هنا لا يجب عليك أن تعزل نفسك خصوصا اذا كان الموضوع يتعلق بتأثير الفيزياء الذرية » .



هيزنبرج : « حسن ، فحيثما احتجت لمساعدتي ، ستجدني هناك » .

فى صيف ١٩٥٦ ، الذى تم فيه هذا الحديث ، شعرت بأنى متعب . ومنهك للغاية . وقد ساعدت على ذلك مناظرة علمية قمت بها مع فولفجانج باولى ، الذى لم أستطع اقناعه بقضية علمية ذات أهمية خاصة بالنسبة لى . لقد قمت فى مؤتمر علمى فى « بيزا » (Pisa) فى العام السابق بتقديم اقتراحات غير عادية حول التركيب الرياضى لنظرية الجسيمات الأولية التى لم تفز باعجاب فولفجانج . لقد قام فولفجانج نفسه بالبحث عن احتمالات قريبة مماثلة بناء على نموذج رياضى خطئه الفيزيائى الأمريكى - الصينى الممتاز « لى (١) » (Lee) وقد استنتج فى النهاية أن بحثه يسير هنا فى الاتجاه الخطأ . ولم أكن شخصيا أستطيع الموافقة على هذا الزعم . ومن ثم فقد نقدنى فولفجانج بنفس الحدة المعهودة عنه فى مثل هذه الحالات : « هذه الملاحظات ، تشير بالدليل القاطع الى أنك شخصيا لم تكن تفهم أثناء مؤتمر بيزا شيئا البتة حول بحثك » .

لقد كنت متعبا تماما ولم أملك القدرة اللازمة للتصدي للمشكلة الرياضية الصعبة المطروحة ، لذلك قررت الذهاب فى اجازة استجمام طويلة . فى الاجازة توجهت مع كل أسرتى الى « ليزيليا » (Liseleje) - منطقة استجمام تقع على جزيرة زيالاند (Sjalland) فى الدانمرك - فى بيت ريفى يبعد عشرة كيلومترات فقط من منزل بوهر الصيفى فى تيزفيلدى . لقد أردت البقاء لأوقات طويلة مع نيلز دون أن يتطلب ذلك كرمه الضيافى الغزير . وقد قضت الزيارات المتبادلة فى هذه الأسابيع السعيدة على الارهاق ، وأعطت الفرصة لاقامة الصلة بين الماضى المشترك والعالم الذى كان قد تغير أثناء ذلك .

لم يرغب نيلز فى الدخول فى تفاصيل المناظرة الرياضية الصعبة التى كان على النضال فيها ضد فولفجانج ، وذلك لشعوره بأنه غير متخصص فى الموضوعات ذات الصبغة الرياضية أكثر من الفيزيائية . ولكنه كان موافقا على وجهات نظرى الفلسفية التى كنت أريد اضافتها لفيزياء الجسيمات الأولية ، وقد شجعنى على المضى فى الاتجاه الذى بدأت به .

بعد أسابيع قليلة من عودتى من الدانمرك انتابنى مرض شديد . وكان لابد على أن ألزم الفراش لبعض الوقت ، ولم يكن ممكنا لى التفكير .

فى الأبحاث العلمية وفى المناقشات السياسية التى قام بهما كارل فريدريش وبعض الأصدقاء الآخرين مع الحكومة ، ولكننى كنت أستطيع متابعتها فقط من بعيد .

فى اليوم الأول الذى استطعت فيه ترك الفراش - كان ذلك فى نهاية نوفمبر - عقدت فى منزلى « مباحثات الجوتنجرين الثمانى عشر » - هكذا سميت بعد ذلك - التى تمت فيها الموافقة على توجيه خطاب الى وزير الدفاع - وزير الذرة سابقا - « شتراوس (١) » (Strauss) وإذا لم نحصل على اجابة شافية على هذا الخطاب فأننا نرى أنه من حقنا التوجه بمطالبنا الى الرأى العام . لقد كنت سعيدا لأن كارل فريدريش قد تولى القيام بهذه الخطوة ، وذلك لأننى كنت قبل ذلك أراقب ما يحدث فقط دون الاستعداد الكامل للمشاركة .

فى الأسابيع التالية التى بدأت أجمع فيها ببطء كل قوى ، حاولت الوصول الى قرار فى المناظرة مع فولفجانج ، لقد كان الموضوع يتعلق بالاقتراح بأنه للتعبير عن القوانين الطبيعية الخاصة بالجسيمات الأولية يلزم توسيع الحيز الرياضى (mathematischen Raum) الذى سمي منذ استخدامه فى ميكانيكا الكم بطريقة خاطئة « حيز هيلبرت (٢) » « Hilbert Raum » . لقد أعطى بول ديراك منذ ثلاثين سنة الدافع لتوسيع هذا الحيز من خلال استخدام مصفوفة أكثر عمومية من المصفوفة المستخدمة فى ميكانيكا الكم . بيد أن فولفجانج كان قد أثبت فى ذلك الحين أنه فى هذه الحالة قد تحصل الكميات ، التى فسرت فى ميكانيكا الكم كاحتمالات ، أحيانا على قيم سالبة (٣) مما يجعل مثل هذه الرياضيات غير مقبولة من الناحية الفيزيائية . لقد عرض فولفجانج - تقريبا فى نفس الوقت من مؤتمر بيزا - اعتراضاته ضد النموذج المقترح من لى (Lee) حتى أدق التفاصيل الرياضية . وعلى العكس من ذلك فقد تناولت فى محاضرتى فى بيزا الاقتراح الديراكى وزعمت أن الانسان يستطيع - فى حالات خاصة وصفتها هناك - مواجهة

---

(١) Franz Josef Strauss، أحد السياسيين البارزين الألمان ( ١٩١٥/٩/٦ - )

رئيس الحزب الاشتراكى المسيحى البافارى ورئيس وزراء حكومة ولاية بافاريا الحالية .

(٢) نسق رياضى ينسب الى عالم الرياضيات دافيد هيلبرت ويمثل حيزا كاملا من المتجهات التى تربطها مجموعة من العلاقات المختلفة .

(٣) فى نظرية الاحتمالات يشار الى احتمال وقوع حدث معين بكمية تتغير بين الصفر - حالة اللاحداثى والواحد الصحيح - حالة الحدث الكامل - وليس هناك معنى أن تحصل هذه الكمية على قيمة سالبة .

اعتراضات فولفجانج • وبالطبع فان فولفجانج لم يصدق هذا • واذن فقد عازمت على استخدام طرق فولفجانج الرياضية كي أثبت له مرة أخرى باستعمال نموذج لي أننا نستطيع التغلب في الحالات الخاصة التي حددتها على الصعوبات التي ذكرها • فقط في نهاية يناير ١٩٥٧ كنت قد تمكنت من اشتقاق البرهان وكتابته في خطاب الى فولفجانج • وفي نفس الوقت كانت حالتي الصحية قد تدهورت • لدرجة أن الطبيب قد نصحني بترك جوتنجين والذهاب الى أسكونا (Ascona) على « اللاجو ماجوري » (Lago Maggiore) للتمريض من قبل اليزابيث والاستمرار هناك حتى الشفاء التام • ومازال حتى الآن تبادل الخطابات مع فولفجانج في أسكونا يمثل ذكريات مفزعة ، وذلك لأن الصراع كان محتدما من كلا الجانبين ، وقد استخدمت فيه كل الجهود الرياضية المعقدة للوصول الى وضوح الرؤية المنشودة لم يكن برهاني واضحا في البداية في كل النقط ، ولم يستطع فولفجانج فهم ما رميت اليه • وقد تعددت المرات التي حاولت فيها عرض أفكارى بكل التفاصيل ، كما تعددت المرات التي كان فيها فولفجانج حانقا لاننى لا أستطيع تقبل اعتراضاته • وأخيرا فقد نفذ صبره وكتب لي : « لقد كان هذا خطابا سيئا منك • اننى أعتبر كل ما ذكرته فيه تقريبا خطأ ميثوسا فيه • • • انك تكرر فقط أفكارك الثابتة ، أو بالأحرى نتائجك الكسولة ، كما لو كنت لم اكتب لك قبل ذلك أبدا • ومعنى هذا أن كل جهودي كانت مضیعة للوقت ، ومن ثم فقد قررت قطع مناقشاتنا الآن • • • »

غير أننى لم أستطع أن أسلم هنا ، وبالرغم من حالات الاغماء والاكتئاب التي عاودتنى فقد كنت أريد اللحاح حتى الوصول الى وضوح كامل للرؤية •

بعد حوالى ستة أسابيع من التوتر الشديد ، استطعت في النهاية القيام بعمل ثغرة في دفاع فولفجانج • لقد فهم أخيرا أننى لا أريد الاهتمام بالحل العام للمشكلة الرياضية تحت الاعتبار ولكن فقط بمجموعة خاصة من الحلول ، واننى أزعم فقط أننا نستطيع تفسير هذه المجموعة الخاصة فيزيائيا • وبهذا كانت الخطوة الأولى للاتفاق قد تمت ، وبعد انتهاء العمل في تفصيلات رياضية مختلفة كان كل منا قد اقتنع بأنه قد فهم المشكلة تماما • ان النسق الرياضى الغير عادى الذى كنت أريد أن أبني عليه نظرية الجسيمات الأولية لا يحتوى اذن على متناقضات داخلية يمكن التعرف عليها مباشرة • وبالطبع لم يكن هذا اثباتا لأن هذا النسق مفيد فعلا ، ولكن كانت هناك أسباب أخرى



للاعتقاد بأنه يجب البحث عن الحل في هذا المكان • وقد تمكنت الآن  
الاستمرار في العمل في الاتجاه الذي سلكته ذات مرة •

في طريق العودة من أسكونا تحتم على مرة أخرى إجراء فحص  
طبي كامل في مستشفيات جامعة زيوريخ ، ومن ثم فقد اقتنصت الفرصة  
لمقابلة فولفجانج مرت بسلام تام بحيث ان فولفجانج في النهاية قد  
أقر أننا قد توصلنا الى « اتفاق ممل » • وبهذا فقد وصلت « مذبحه  
أسكونا » - كما أسميناها بعد ذلك - الى نهايتها •

لقد قضيت الأسابيع التالية في أورفيلد - موطننا القديم بجوار  
بحيرة الفالشن ، ولم أكن اتصور أن استجمامى هناك يتم بسرعة أكثر  
منه في أسكونا •

عند عودتي الى جوتنجن عرفت أن المناقشات السياسية حول  
قضية التسليح الذرى قد أدت الى أزمة • فلم تلزم الحكومة الاتحادية  
نفسها أمامنا - نحن الفيزيائيين - بخط معين في قضية التسليح  
الذرى • وبالرغم من أن ذلك كان مفهوما لنا فقد ساعد على زيادة قلقنا  
بشأن احتمال السير في الاتجاه الخطأ • بعد ذلك تحدث أديناور في  
خطبة علنية عن أن الأسلحة الذرية تمثل في الأساس فقط تحسينا  
وتقوية للمدفعية وأنها اذن بالمقارنة بالتسليم التقليدى تزيد بدرجة  
اختلاف واحدة فقط • لقد بدا لنا مثل هذا التشبيه بأنه قد تعدى  
ما يمكن احتمال له ، وذلك لأنه يعطى للشعب الألمانى صورة خاطئة تماما  
من تأثير الأسلحة الذرية • وأذن فقد شعرنا بمسئولية التصرف وقد  
جزم كارل فريدريش بأنه يجب علينا التقدم ببيان الى الرأى العام •

لقد اتفقنا بسرعة على أن يدور موضع البيان حول اعلان عمام  
لحسن النية من أجل السلام وضد القنبلة الذرية • أكثر من ذلك يتحتم  
علينا وضع أهداف محددة للغاية يمكن الوصول اليها تحت الظروف  
آنذاك • وقد حددنا بهذا الصدد هدفين اثنين • أولهما أنه يجب ارشاد  
الشعب الألمانى تماما حول تأثير الأسلحة الذرية ومنع كل محاولة  
للتبسيط أو التخفيف من عواقبها • وثانيهما أنه يتحتم التطلع الى  
الوصول الى موقف مغاير للحكومة الاتحادية بالنسبة لقضية التسليح  
الذرى • ومن هنا فان البيان يجب أن يقتصر على الحكومة الاتحادية  
فقط ويجب علينا أن نذكر بوضوح أن حوزة الجمهورية الاتحادية على  
أسلحة ذرية لا يعتبر زيادة للأمن ولكنه يعنى تهديدا له • كما أن  
كيفية تفكير الحكومات والشعوب الأخرى حول الأسلحة الذرية يجب أن  
تكون بالنسبة لنا شيئا غير مهم بالمرة • وفى النهاية فاننا نعتقد أن

بياننا يصبح مؤثرا أكثر ، عندما نلزم أنفسنا كأفراد برفض كل مشاركة في العمل في مجال التسليح الذرى . لقد كان مثل هذا الرفض مهما لنا وذلك لأننا تمكننا أثناء الحرب من تماشى المشاركة في التسليح الذرى .

ناقشنى كارل فريدريش بعد ذلك التفاصيل مع أصدقائنا وتم استثنائى من كل المقابلات الخاصة بهذا الصدد لحاجتى الشديدة الى الراحة . ثم قام بتقديم مشروع نص البيان الذى حاز - بعد اجراء بعض التعديلات - على موافقة الفيزيائيين الجوتنجرين الثمانى عشر .

## ١٩ - نظرية المجال الموحد

( ١٩٥٧ - ١٩٥٨ )

تقع جزيرة « سان جيورجيو » فى ميناء « فينيسا » أمام قصر الدوقية و « البياتسيتا » (١) (Piazzetta) وهى تتبع لأملاك الكونت « سيني » الذى أقام هناك مدرسة للأيتام واللقطاء يتم فيها تربيتهم كجيل من البحارة والفنانين البدوين والذى قام أيضا بترميم كنيسة الرهبان القديمة . وقد أعدت الحجرات الفسيحة فى الدور الأول من الكنيسة لاستقبال الزائرين .

وفى مؤتمر الفيزياء الذرية الذى عقد فى خريف ١٩٥٧ فى « بادوا » (Padua) دعسا الكونت سيني بعض قدامى المشتركين - ومن بينهم فولفجانج وأنا - للنزول فوق الجزيرة سان جيورجيو . لقد هيا الصمت فى ميناء الكنيسة الذى قطعت الأصوات الخافتة لضوضاء الميناء من على البعد ، والرحلات الجماعية من وقت لآخر الى بادوا فرصة حسنة لمحاورات جديدة حول القضايا الملحة فى علمنا آنذاك .

---

(١) تمثال لجيوفانى باتسيستا بياتسيتا (Giovanni Battista Piazzetta) فنان  
إيطالى ( ١٦٨٢/٢/١٣ - ١٧٥٤/٤/٢٨ ) .



شغل جميع المشتركين في المؤتمر باكتشاف للفيزيائيين الصينيين - الأمريكيين لي (Lee) ويانج (١) (Yang) . لقد توصل هذان الفيزيائيان النظريان الى فكرة أن « التماثلية بين اليمين واليسار » ، التي اعتبرت حتى ذلك الحين إحدى أسس القوانين الطبيعية ، تختل في حالات « التأثيرات المتبادلة الضعيفة » (Schwache Wechselwirkungen) المستولة عن ظواهر الاشعاع النووي . وبالفعل فقد أثبتت التجارب التي قام بها « فو » (Wu) بعد ذلك أنه في حالة تحلل - بيتا الاشعاعي يظهر حياد قوى عن « تماثلية اليمين واليسار » . لقد بدا كما لو أن الجسيمات عديمة الكتلة المشعة أثناء تحلل - بيتا - أو ما يسمى « بالنيوترينوز » - تتواجد في شكل ثابت - يطلق عليه « الشكل اليساري » - بينما « النيوترينوز المضادة » تظهر اذن في « الشكل اليميني » . لقد اهتم فولفجانج على وجه الخصوص بخصائص النيوترينوز وذلك لأنه كان أول من تنبأ بوجود هذه الجسيمات منذ عشرين سنة ، ولأن وجودها كان قد ثبت بالفعل في الفترة السابقة . بيد أن الاكتشاف الجديد قام بتغيير تصورنا حول هذه الجسيمات بطريقة مميزة ومثيرة للغاية .

لقد كان رأينا ، أي فولفجانج وأنا ، يتلخص في أن صفات التماثل - التي يعبر عنها بواسطة هذه الجسيمات عديمة الكتلة - لابد وأن تكون صفات تماثل للقوانين الطبيعية تحت الاعتبار .

وعندما تسقط تماثلية اليمين واليسار من هذه الجسيمات ، فإنه يجب الأخذ في الحسبان باحتمالية أن هذه التماثلية تسقط أيضا في القوانين الطبيعية الأساسية وأنها تلعب دورا ثانويا في القوانين الطبيعية - مثلا بطريق غير مباشر في التأثير المتبادل وفي الكتلة الناتجة منه .

ومن ثم فإنها تكون نتيجة لمضاعفة اضافية يمكن أن تنشأ رياضيا مثلا من خلال أن معادلة ما يمكن أن يكون لها حلان في نفس الوقت . لقد كانت هذه الاحتمالية مثيرة لأنها تعول على تبسيط للقوانين الطبيعية الأساسية . ولقد تعلمنا من ممارساتنا السابقة للفيزياء أنه حيثما تظهر بساطة غير متوقعة نتيجة لخبرة تجريبية لابد وأن يتركز الانتباه اليها وذلك

لأننا ربما نكون قد وقعنا فى مكان تصبح منه العلاقات الكبرى واضحة لنا .

واذن فقد شعرنا جميعا ان هناك معارف ذات أهمية كبرى تكمن وراء اكتشاف لى - يونج . وقد شاركنا فى هذا الرأى « لى » ، الذى كان مشتركا فى المؤتمر أيضا . لقد تحدثت معه لوقت طويل فى فناء الكنيسة حول النتائج المتوقعة التى يمكن الوصول اليها من اللاتماثلية (Unsymmetrie) . وقد رأى هو أيضا « أن ثمة علاقات جديدة وهامة » توجد خلف الستار . ولكن بالطبع فان أحدا لا يعرف فى مثل هذه الحالات مدى صعوبة أو سهولة عملية كشف الستار . بيد أن فولفجانج كان متفائلا للغاية ، من ناحية لأنه ملم جيدا بالتركيبات الرياضية المتعلقة بنظرية النيوتريونوز ، ومن ناحية أخرى لأنه كان معبأ بالأمل من خلال مناقشاتنا السابقة فى « مذبحه أسكونا » بأنه يمكن القيام بتكوين نظرية مجال الكم النسبية الخالية من أى تناقض رياضى . لقد كان فولفجانج مفتونا بصفة خاصة « بعملية المضاعفة » (Verdopplung) أو التقسيم الثنائى التى يمكن اعتبارها - كما اعتقد هو - مسئولة عن ظهور تماثلية اليمين واليسار ، بالرغم من أنه لم يكن من الممكن بعد إيجاد تمثيل رياضى متماسك لهذا الاعتقاد . ان صفة التقسيم الثنائى تزود الطبيعة - بطريقة لم تكتشف بعد - بإمكانية تأسيس صفة تماثل جديدة . ولكن كيف ينشأ اضطراب التماثلية ، لقد كانت تصوراتنا فى ذلك الحين المتعلقة بهذا الموضوع أقل وضوحا منها حول التقسيم الثنائى . ولقد أثرت لمرات عديدة فى أحاديثنا فكرة أن العالم ككل ، أى الفضاء الكونى ، لا يتطلب أن يكون متماثلا بالنسبة للعمليات التى تظل القوانين الطبيعية تحت تأثيرها محافظة على أشكالها ، وإن نقص التماثلية يمكن ارجاعه اذن الى لا تماثلية الكون ذاته . كل هذه الأفكار كانت أكثر غموضا فى رؤوسنا آنذاك بالمقارنة بما هو مكتوب عنها هنا ، ولكن شيئا من الفتنة كان يصاحبها دائما كلما أردنا امعان النظر فيها ، ومن ثم فقد حازت على أهمية خاصة بالنسبة للتطورات التالية .

لقد سألت فولفجانج مرة ، لماذا يضع قيمة كبيرة لعملية التقسيم الثنائى هذه ، وقد أجابنى تقريبا بما يلى :

فولفجانج : « لقد كان من الممكن لنا فى الفيزياء السابقة للأغلفة الذرية الانطلاق من صور ظاهرية تنبع أساسا من الفيزياء الكلاسيكية . ان « مبدأ المقارنة » (das Korrespondenz prinzip) لبوهر يزعم قابلية تطبيق مثل هذه الصور ، حتى وإن كان ذلك يتم بطريقة

مقيدة • ولكن حتى فى الأغلفة الذرية ، فان الوصف الرياضى لما يحدث كان مجردا للغاية بالمقارنة بالصور • لقد كان من الممكن اعطاء نفس الموضوع الفعلى حتى للصور المختلفة المتناقضة بذاتها مثل صورة الجسيم وصورة الموجة • بيد أن مثل هذه الصور ستفقد معناها كلية فى فيزياء الجسيمات الأولية • ان هذه الفيزياء تعتبر أكثر تجردا • واذن فانه لن توجد نقط انطلاق أخرى للتعبير عن القوانين الطبيعية فى هذا الميدان سوى الصفات التماثلية التى تحققت فعلا فى الطبيعة ، أو - للتعبير بطريقة أخرى - عمليات التماثل ( مثل الازاحات أو اللغات ) التى توسع حيز الطبيعة • ولكننا نصل بعد ذلك مباشرة الى السؤال ، لماذا توجد عمليات التماثل هذه بالتحديد وليست عمليات أخرى • ان عملية التقسيم الثنائى التى أتصورها يمكن أن تساعدنا هنا ، لأنها توسع حيز الطبيعة بطريقة غير اجبارية وبذلك تخلق احتمالات جديدة لتمائليات جديدة • ويمكننا التفكير فى أن كل التماثلات الهامة فى الطبيعة قد نشأت من خلال سلسلة من التقاسيم الثنائية » •

بالطبع فقد كان من الممكن البدء فى العمل الحقيقى فى هذه القضايا بعد العودة من المؤتمر • ولقد ركزت جهودى فى جوتنجن على ايجاد « معادلة مجال » (Feldgleichung) تصف مجالا ماديا ذا تأثير متبادل داخلى والتى تمثل بقدر الامكان كل صفات التماثل التى توجد فى الطبيعة فى شكل محكم • وقد استخدمت كنموذج ذلك التأثير المتبادل المعطى تجريبيا لتحلل - بيتا والذى أخذ صورته النهائية المبسطة خلال اكتشاف « لى ويونج » •

كان على فى نهاية خريف ١٩٥٧ القاء محاضرة حول مثل هذه المشكلات فى « جنيف » Genf وفى طريق عودتى قمت بالتوقف فى زيوريخ لفترة قصيرة ، وذلك للحديث مع فولفجانج حول محاولاتي المختلفة ، حيث شجعنى فولفجانج على الاستمرار فى السير فى هذا الاتجاه • لقد كان ذلك مهما للغاية بالنسبة لى ، وفى الأسابيع التالية فحصت لمرات متوالية الأشكال المختلفة التى نستطيع فيها تمثيل التأثير المتبادل الداخلى للمجال المادى • وفجأة ظهرت من خلال الصور المتضاربة معادله مجال ذات تماثلية عالية للغاية ، لم تكن فى تمثيلها أكثر تعقيدا من معادلة ديراك القديمة للليكترون ، ولكنها احتوت الى جوار تركيب الزمن - الحيز للنظرية النسبية أيضا على التماثلية بين البروتون والنيوترون ، التى لعبت دورا هاما فى أحلامى فوق جبل الآلم المنحدر فى بافاريا • وللتعبير عن ذلك رياضيا ، فانها قد احتوت الى جوار



« مجموعة لورينتز » (Lorentzgruppe) على « مجموعة الأيزوسبين » (Isospingruppe) – وبالتالي فإنها قد مثلت فعلا جزءا كبيرا جدا من الصفات التماثلية التي تظهر في الطبيعة . حتى فولفجانج – الذي كتبت له عن ذلك – أبدى اهتمامه على الفور ، وذلك لأنه قد ظهر للمرة الأولى كما لو أننا قد وجدنا هنا الاطار ، التي يتسع بكفاية لاستيعاب كل الطيف المعقد للجسيمات الأولية وتأثيراتها المتبادلة وفي نفس الوقت يعتبر ضيقا بقدر كاف تعريف كل ما لا يتحتم ببساطة اعتباره « مساهم » (Kontingent) في هذا المجال ومن ثم فقد قررنا سويًا البحث فيما إذا كان من الممكن جعل هذه المعادلة أساسا «لنظرية المجال الموحد» . وقد أفصح فولفجانج عن أمله في إمكانية اضافة التماثلات الغائبة من خلال عملية التقسيم الثنائي .

في كل خطوة خطاها فولفجانج في هذا الاتجاه ازدادت دهشته أكثر فأكثر ولم أره في حياتي كلها قبل ذلك أو بعد ذلك في مثل هذه الحالة المثيرة حول عمليات في علمنا . وبينما كان في السنوات السابقة لذلك يقف متشككا وناقدا أمام كل المحاولات النظرية ، التي استندت فقط على نظام جزئي في فيزياء الجسيمات الأولية وليس على علاقة الكل في هذه الفيزياء ، فقد بدا هنا أنه قد عزم على التعبير شخصيا عن العلاقة الكبرى باستخدام معادلة المجال الجديدة . لقد كان لديه الأمل الثابت في أن هذه المعادلة ، التي تعتبر فريدة في بساطتها وتماثلتها العالية ، لابد وأن تكون نقطة الانطلاق الصحيحة لنظرية المجال الموحد للجسيمات الأولية . حتى أنا كنت مفتونا من الاحتمالية الجديدة التي بدت وكأنها المفتاح الذي بحثنا عنه طويلا للباب الذي سد أمامنا الدخول الى عالم الجسيمات الأولية . بيد أنني رأيت أيضا مدى الصعوبات التي يجب التغلب عليها حتى الوصول الى الهدف المنشود .

قبل أعياد الميلاد لسنة ١٩٥٧ بفترة قصيرة وصلني خطاب من فولفجانج يتضمن تفاصيل رياضية كثيرة يعبر عن نشوته الكبرى في ذلك الأسبوع .

« ... التقسيم الثنائي ونقص التماثل ، هذا هو لب الموضوع . ان التقسيم الثنائي يعد صفة قديمة للشيطان ( فكلمة « الشكك » (١) (Zweifel) تعنى في البدء « تقسيما ثنائيا » ) . يقول راهب في

(١) المقطع الاول من كلمة Zweifel – أي Zwei – يعنى ٢ باللغة الالمانية .

مسرحية لبرنارد شو (١) (Bernard Shaw) « لعبة ظريفة للشيطان من فضلك » (A fair play for the devil please) ولذلك لا يجب عليه أن فى أعياد الميلاد • ان السيدين الالهيين - المسيح ، والشيطان يجب عليهما أن يلاحظا فقط ، أنهما قد أصبحا الآن أكثر تماثلية • أرجو ألا تذكر هذه الدعابات أمام أبنائك ، ولكن يمكنك روايتها على الرجل الحر فون فايتسكر - لقد وجدنا أنفسنا أخيرا • من أعماق أعماق القلب ، فولفجانج باولى •

فى خطاب مرسل حوالى ثمانية أيام بعد ذلك كتب باولى « أمنياتى الطيبة لك ولأسرتك فى العام الجديد ، الذى نأمل أن يأتى بالتفسير الوافى لفيزياء الجسيمات الأولية » • وقرب نهاية الخطاب كتب فولفجانج :

« ان الصورة تتضح يوما بعد يوم • كل شيء فى النهر لم ينشر بعد ، ولكنه سنيصبح شيئا جميلا • انه من غير المعروف بعد ، ما سوف ينتج عن هذا • فلتأمل لى حظا سعيدا فى دراستى أثناء السير » • ثم يستطرد قائلا : « لقد عادت البصيرة الى سجيتها ، والأمل الى رعرعته ، لكم يتشوق الانسان الى جداول الحياة ، آه ، بل الى ينابيعها ... فلتحى الفجر ، عندما تبدأ سنة ١٩٥٨ ، قبل شروق الشمس ... وكفى الآن • ان الموضوع يعطى الكثير • انك ستستنتج هذا الآن بنفسك ... لعلك قد لاحظت أن الموضوع قد انتهى • لقد كشف النقاب عن لبه الحقيقى ، وهو التقسيم الثنائى ونقص التماثلية • لقد دخلت عليه بلا تماثليتى - وأعطيته لعبة ظريفة ... فأظهر كل شيء فيه ... والآن ، فى صمحتك ، بمناسبة العام الجديد • ان علينا أن نسير اليه ، ان الطريق طويل الى « تيرارى » (٢) (Tipperary) ، ان الطريق أمامى ما زال طويلا • من القلب ، فولفجانج باولى •

بالطبع فقد احتوت هذه الخطابات على تفاصيل رياضية وفيزيائية كثيرة يصعب الحديث عنها هنا •

بعد بضعة أسابيع كان على فولفجانج أن يرحل الى أمريكا حيث التزم بالقاء محاضرات هناك لثلاثة أشهر • لم تكن فكرة مريحة لى أن فولفجانج قد رغب أثناء هذه الحالة المثيرة لتطور لم يكتمل فى مواجهة الحياة الأمريكية المبنية على المنفعة البحتة • لقد حاولت أن أنهاء عن

---

(١) مؤلف مسرحيات انجليزى ايرلندى ( ١٨٥٦/٧/٢٦ - ١٩٥٠/١١/٢ ) •

(٢) مدينة فى ايرلندا •

القيام بالرحلة ، ولكن لم يكن من الممكن تغيير شيء في الخطط . لقد أعدنا مسودة لنشرة علمية مشتركة التي أرسلتها - كما هي العادة - الى بعض الأصدقاء والفيزيائيين المهتمين بهذا الموضوع . ولكن المحيط الأطلنطي الشاسع كان حائلا بيننا ، وقلت خطابات فولفجانج . لقد لاحظت فيها شيئا من اثار التعب والاحباط ولكن من ناحية المضمون نمسك فولفجانج بثبات في الاتجاه الذي شرع فيه . وفجأة كتب لي بطريقة فظة بعض الشيء انه ضد قرار التوقف عن المشاركة في الموضوع وفي النشرة العلمية . وأنه قد أخبر الفيزيائيين ، الذين حصلوا على نشرتنا العلمية المزعومة ، بأن مضمونها لم يعد يمثل رأيه الحالي . وقد ترك الحرية المطلقة لعمل ما أريد بالنتائج الحالية . وبذلك فقد انقطع تبادل الخطابات لوقت طويل ، ولم أتمكن من الحصول على أخبار من فولفجانج تفسر مغزى هذا التغيير . لقد خمنت ان غموض البناء الفكري للموضوع هو الذي قضى على شجاعة فولفجانج ، ولكن تصرفه لم يعد مفهوما لي . بالطبع فأننى كنت أرى هذا الغموض ، ولكننا في الماضي كنا نتعاون أحيانا في الضباب في السير على طريق واحد ، وفي الواقع فقد بدا لي دائما أن هذا الجانب هو أهم جوانب البحث العلمى .

لقد قابلت فولفجانج مرة أخرى في مؤتمر عقد في جنيف في يوليو ١٩٥٨ ألقى فيه محاضرة حول موقف تحليلنا لمعادلة المجال حيث اتخذ فولفجانج منى موقفا عدائيا تقريبا . لقد نقدت تفصيلات في تحليلنا حتى هناك حيث بدا لي هذا النقد مجحفا ولم يكن لديه استعداد لمناقشة مشكلاتنا المشتركة . بعد بضعة أسابيع أخرى ، قابلته لوقت طويل في « فارينا » (Varenna) على « بحيرة الكومر » (Comer See) حيث تعقد الدراسات الصيفية في إحدى الفيلات المطلة على البحيرة ، ولأن الموضوع يتعلق هذه المرة بفيزياء الجسيمات الأولية فقد دعيتنا الجهات المقيمة على المؤتمر ، لقد قابلنى فولفجانج هذه المرة بترحاب يشبه أيامنا المنصرمة . ولكن بدا وكأنه قد تحول الى انسان آخر . لقد ذهبنا نصعد ونهبط فوق الصخور التى تفصل حديقة الفيلا عن البحر وجلسنا فوق المقاعد بين الأزهار هناك ننظر فوق لجة الماء على « الكاميلينا » (Kammlinie) للخييل الواقع على الجانب الآخر ، عندئذ بدأ فولفجانج الحديث مرة أخرى حول آمالنا المشتركة : « اننى أعتقد ، أنه من الأفضل أن تستمر في العمل حول هذه القضايا . انك تعرف شخصيا مدى ما يجب عمله هناك وعلى مر السنين سيسير الركب الى الأمام . ربما يكون كل شيء الآن كما نأمل وربما تكون محقا لتفاؤلك . بيد أننى لا أستطيع المشاركة بعد ذلك . فلم تعد قواى كافية للقيام بهذا المجهود .



لقد اعتقدت فى أيام أعياد الميلاد السابقة أننى أستطيع العمل بكل قواى - كما كان الحال فى الماضى - والدخول الى عالم المشكلات الجديدة هذا ، ولكن ذلك لم يعد ممكنا . ربما توفق أنت الى هذا ، وربما يتمكن تلاميذك من ذلك . ويبدو أن لديك فى جوتنجين نخبة ممتازة منهم . لقد أصبحت متعبا الآن ويبدو انه يجب على الاكتفاء بذلك » .

لقد حاولت تعزية فولفجانج ، بأنه الآن قد إنخدع لأنه لم يعد من الممكن التقدم بسرعة كما كان يتوقع فى أعياد الميلاد وأنه بالعمل سيحصل مرة اخرى على القوة اللازمة . ولكنه لم يوافقنى على هذا . « لا ، ان حالى الآن قد اختلف جذريا عما كان عليه فى الماضى » هكذا أجابنى .

لقد عبرت اليزابيث - التى صاحبتنى الى فارينا - عن قلقها العميق على صحة فولفجانج ، فقد كان لديها الانطباع أنه مريض للغاية . ولكننى لم أستطع رؤية هذا .

لقد غدت الطرق المشتركة التى قطعناها فوق الارض الخضراء فى فارينا شاهدا على آخر مقابلة بين فولفجانج وبينى . فى نهاية عام ١٩٥٨ وصلتني الأخبار المؤلمة . فلم تمض بضعة أيام حتى مات فولفجانج أثناء عملية جراحية مفاجئة . واننى لا أشك فى أن بداية مرضه قد حدثت فى تلك الأيام التى توقف فيها عن الأمل فى الانتهاء من نظرية الجسيمات الأولية ، ولكننى لا أجرؤ هنا على الحكم على العلة والفعل .

## ٢٠ - الجسيمات الأولية وفلسفة أفلاطون

( ١٩٦١ - ١٩٦٥ )

انتقل معهد - ماكس - بلانك للفيزياء والفلك ، الذى قمت ببنائه مع معانى بعد الحرب فى جوتنجن ، فى خريف ١٩٥٨ الى ميونخ ، وبهذا بدأت مرحلة جديدة فى حياتنا .

فى المبنى الواسع الجديد ، الذى بنى وفقا لخطط صديق قديم فى حركة الشبيبة - « زيپ روف » Sep Ruf - فى شمال المدينة وعلى حافة الحديقة الانجليزية ، أخذ جيل جديد من الفيزيائيين الشبان على عاتقه سلسلة من الواجبات طرحها علينا تطور العلم آنذاك . لقد اهتم بالبحث فى ميدان نظرية المجال الموحد للجسيمات الأولية الفيزيائية « هانس - بيتر دورا » (١) (Hans-Peter Dur) ، الذى شب فى ألمانيا وقام بدراسته الجامعية فى الولايات المتحدة الأمريكية ثم عمل لوقت طويل كمعاون لادوارد نيلر فى كاليفورنيا ، والذى رغب فى العودة للعمل فى ألمانيا .

استطاع ادوارد عن طريق نيلر أن يكتسب بعض المعلومات حول مجموعتنا السابقة فى ليبزيغ كما أنه تمكن من التأقلم على تقاليدنا فى

---

(١) ولد فى ١٩٢٩ .

ميونخ عن طريق أحاديثه مع كارل فريدريش الذي جاء لعدة أسابيع من كل خريف الى معهدنا وذلك كي لا يقطع الصلة بين الفيزياء والفلسفة . ومن ثم فقد تأتى لثلاثتنا فرصة التحاور حول نظرية المجال الموحد بجوانبها الفلسفية والفيزيائية في حجرة عمل في المعهد الجديد .

**كارل :** « هل استطعنا احراز تقدم في نظريتكما للمجال الموحد في العام المنصرم ؟ اننى لا أريد البدء على الفور بالقضايا الفلسفية التى تهمنى في الواقع بالدرجة الأولى . ولكن . على كل حال فان النظرية جزء من الفيزياء ، ولا بد أنها تثبت نفسها في التجارب ، أو أنها ستنفذ بواسطتها . واذن فهل هناك خطوات تقدمية يمكنكما توضيحها لى ؟ . اننى أريد أن أعرف على وجه الخصوص ما اذا كنتم قد استطعتم الوصول الى شيء جديد بصدد الموضوع العام المتعلق . بالتقسيم الثنائى » و « نقص التماثلية » .

**دور :** « اننا نعتقد أننا قد فهمنا الآن التقسيم الثنائى على الأقل فى حالة تماثلية اليمين واليسار . وهو يحدث بالفعل أولا من خلال أن الكتلة فى النظرية النسبية لا بد وأن تعطى بمعادلة من الدرجة الثانية لها حلان اثنان ، ولكن نقص التماثلية يعتبر فى الحقيقة أكثر أهمية . فهناك يبدو أن هذا النقص يرتبط بعلاقات عامة وهامة للغاية لم نأخذها فى اعتبارنا حتى الآن .

فعندما تظهر صفة التماثل الحادة للقوانين الطبيعية مضاربة فقط فى طيف الجسيمات الأولية ، فان ذلك يمكن أن يحدث فقط من خلال أن العالم أو الكون ، واذن كل ما هو فى الخفاء ، الذى تنشأ منه الجسيمات الأولية - أقل تماثلية من القوانين الطبيعية ، وهذا يعتبر محتملا قطعيا وهو يتوافق مع معادلة المجال المتماثلة . وعندما يقع هذا الموقف ، فانه من الضروري استنتاج حتمية وجود قوى طويلة المدى أو جسيمات أولية عديمة الكتلة ، واننى لا أريد هنا تقديم البرهان على ذلك . ربما يمكننا بهذه الطريقة فهم الديناميكا الالكترونية . وكذلك فمن الممكن أن ينشأ التثاقل بهذه الطريقة ، واننا لنأمل فى امكانية الوصول من هذا الوضع الى الفروض المبدئية (Ansätze) التى أراد أينشتاين أن يتخذها أساسا لنظريته للمجال الموحد .

**كارل :** « انك تفترض اذن أن شكل الكون لم يتحدد تماما بعد بواسطة معادلة المجال . وعليه فمن الممكن أن تتواجد أشكال مختلفة للكون تتوافق مع هذه المعادلة ، ان هذا سيعنى بالقطع أن النظرية تتضمن



عنصرا طارئا (Kontingent) ، وهذا يعنى ، أن « الصدفة » ،  
أو على الأصح « ما هو فريد » وغير قابل للتفسير ، تلعب دورا  
فيها . وإذا نظرنا الى موقف الفيزياء الحالية فان ذلك لا يعتبر  
مدعاة للدهشة ، لأن الشروط الابتدائية لم تتحدد فيها أيضا من  
خلال القوانين الطبيعية بل انها « طارئة » ، أى أنها يمكن أن تكون  
شروطا أخرى أيضا .

ان النظرة على الهيكل الحالى للكون ، أى على العدد البلامحدود من  
المجرات وعلى توزيع النجوم الغير منظم اطلاقا تجبرنا على التفكير  
بأنها يمكن أن تكون مختلفة عن ذلك أيضا ، وإن بعدد النجوم  
وأوضاعها ، وعدد وحجم المجرات يمكنها أن تحصل على قيم أخرى  
دون أن يؤدي ذلك الى عالم جديد له قوانين طبيعية أخرى . وانه  
لمن حسن الحظ ان طيف الجسيمات الأولية لا يعتمد على تفاصيل  
العلاقات الكونية ، بيد أنك تعنى أن صفات التماثل العامة للكون  
تؤثر عكسيا بالفعل على هذا الطيف . وربما يمكننا تمثيل مثل  
هذه الصفات - تماما كما هو الحال فى النظرية النسبية العامة -  
عن طريق نماذج مبسطة للكون . كما أن معادلة المجال المعتمدة  
ستسمح مؤكدا بنماذج معينة وتمنع نماذج أخرى . ان طيف  
الجسيمات الأولية يمكن أن يكون بالنسبة لكل من هذه النماذج  
المحتملة شيئا مختلفا عن الآخر . ومن ثم فإنك تستطيع القيام  
باستنتاجات حول تماثلية الكون بناء على طيف الجسيمات  
الأولية .

دور : « نعم ، بالتحديد هو أملنا . لقد تبيننا مثلا - منذ بعض الوقت -  
خروجنا حول صفات التماثل هذه فندتها بعد ذلك التجارب المختلفة  
حول بعض الجسيمات الأولية ، وقد وجدنا عندئذ فروضا أخرى  
تتلاءم مع النتائج العملية . وانه ليندو الآن أننا نستطيع فهم كل  
الديناميكا الاليكترونية بناء على لا تماثلية الكون بالنسبة لتبادل  
البروتون والنيوترون ، أو بشكل عام بالنسبة لمجموعة الايزوسبين .  
واذن فان نظرية المجال الموحد تملك فى هذا الموضع مرونة كافية  
لتنظيم الظواهر التكرارية المشاهدة فى العلاقات الشاملة » .

كارل : « لو تابعنا التفكير فى هذا الاتجاه ، فإننا نضل الى سؤال هام  
جدا وضئيل للغاية . اننى أعتقد أنه يجب علينا التفريق بين الناحية  
الأساسية بين « ما هو فريد » و « ما هو واقع » بالصدفة ، وذلك  
لأن الكون يوجد مرة واحدة . واذن يقوم فى البداية بقرارات فريدة

حول صفات تماثل الكون . بعد ذلك تتكون معجرات كثيرة ونجوم كثيرة ، وذلك لان هناك قرارات مماثلة تحدث باستمرار يمكننا اعتبارها واقعة بالصدفة نظرا لكثرتها ولقابلية تكرارها . وأنه فقط لدى هذه القرارات تصبح قواعد التكرار في ميكانيكا الكم مؤثرة . بالطبع فان استعمال مفهوم الزمن في التعبير بين « في البداية » و « بعد ذلك » يعتبر معقدا ، وذلك لأن مضمون هذا المفهوم يتحدد أولا من خلال نموذج الكون ، ولكن ربما لا يجب علينا الحديث حول هذا الآن . وينتمي الى القرارات الفريدة التي تقع في البداية القوانين الطبيعية ذاتها التي تريدون وصفها في معادلتكم للمجال . وذلك لأننا يمكننا أن نسأل لماذا تأخذ القوانين الطبيعية هذا الشكل وليس شكلا آخر ، تماما كما يمكننا السؤال لماذا يأخذ الكون صفات التماثل هذه ولا يأخذ صفات أخرى . وربما لا توجد اجابة على مثل هذه الأسئلة . غير أنني لا أتصور التسليم بمعادلتكم للمجال حتى ولو كانت متميزة في تماثليتها العالية وبساطتها عن كل الأشكال المحتملة الأخرى . وربما يمكن اعطاء معنى عميق لمعادلتكم للمجال من خلال عملية باولي للتقسيم الثنائي ونقص التماثلية » .

**هيزنبرج :** « بالتأكيد ، فانا لا أريد استثناء ذلك ، ولكنني أريد في هذه اللحظة التركيز بعض الشيء على تفرد القرارات الأولى . ان هذه القرارات تثبت التماثلات مرة واحدة وإلى الأبد ، انها تضع الأشكال التي تحدد الأحداث المستقبلية على نطاق واسع . « في البدء كان التماثل » ، ان هذا أصبح بالتأكيد من المزعوم الديموقراطي : « في البدء كان الجسيم » . ان الجسيمات الأولية هي تجسيم للتماثلات ، بل انها تعد أسهل تمثيل لها ، ولكنها قبل كل شيء نتيجة للتماثلات ، بينما تلعب الصدفة دورها في تطور الكون في وقت متأخر . ولكن حتى الصدفة تخضع للأشكال المحددة في البدء ، وهي تحقق قوانين التكرار في نظرية الكم . وهذه اللعبة يمكن أن تتكرر في التطورات المتأخرة التي تزداد باستمرار في تعقيدها . ويمكن أن تتكون أشكال مرة أخرى خلال قرارات فريدة التي من شأنها تحديد الأحداث التالية على نطاق واسع . ويبدو أن هذا ما حدث تماما في نشأة الكائنات الحية مثلا ، وانني أعتبر أن اكتشافات البيولوجيا العصرية تزودنا هنا بدروس هامة . لقد هيأت الظروف الجوية والجيولوجية المميزة لكوكبنا امكانية حدوث تفاعلات الكربون ، التي تسمح بتكوين جزئيات متسلسلة يمكن تخزين

معلومات معينة فيها . ولقد ثبت أن « حامض النيوكليك (١) » يعتبر مخزنا ملائما للمعلومات التي تؤدي الى بعض المقولات حول تركيب الكائنات الحية . في هذا الموضع وقع فرار فريد وبث شكل معين يحدد كل البيولوجيات التالية . بيد أن الصدفة تلعب دورا هاما في هذا التطور المتأخر . فلو سيطرت نفس الظروف الجوية والبيولوجية الأرضية فوق أى كوكب آخر ينتمى الى مجرة أخرى وأدت تفاعلات الكربون هناك الى بناء سلسلة حامض النيوكليك ، فأننا - بالرغم من ذلك - سوف لا نستطيع فرض أن نفس الكائنات التي تحيا فوق أرضنا ستنشأ هناك أيضا . ولكن يمكننا القول أنها ستتكون وفقا لنفس التركيب الأساسى لحامض النيوكليك . اننى لا أستطيع فى هذا الصدد تحاشي التفكير فى تصور جونز للمعلوم الطبيعية ، الذى أراد أن يشتق علم النبات كله من النبات الأولى . ان النبات الأولى هنا يجب أن يمثل موضوعا ، ولكنه يعنى أيضا فى نفس الوقت التركيب الأساسى الذى بنيت وفقا له جميع النباتات . وبناء على فكرة جوتى هذه يمكننا اعتبار حامض النيوكليك الكائن الحى الأولى ، وذلك لأنه من ناحية ما يعتبر موضوعا ، ومن ناحية أخرى يمثل التركيب الأساسى لكل البيولوجيا .

وعندما نتحدث هكذا فأننا نكون قد انغمسنا فى الفلسفة الأفلاطونية . اننا نستطيع المقارنة بين الجسيمات الأولية والأجسام القياسية فى محاور أفلاطون « تيمايوس » . انها تمثل الصور الأولية بل أفكار المادة . واذن فان حامض النيوكليك يعتبر فكرة الكائن الحى .

وهذه الصور الأولية تحدد كل الأحداث التالية . انها تعتبر دلائل وممثلات (Representanten) للنظام المركزى . واذا كانت الصدفة تلعب أيضا فى وقت متأخر دورا هاما فى تطور فيض التكوينات ، فإنها من الممكن أن تكون راجعة بطريقة ما الى النظام المركزى .

**كارل :** « اننى لست راضيا عن التعبير « بطريقة ما » فى هذا الموقع . هل تستطيع توضيح ما تعنيه هنا بدرجة أكبر ؟ هل تعتبر فى رأيك هذه الصدفة بلا مغزى تماما ؟ وهل هى تعرض فقط ما تعبر عنه رياضيا قوانين نظرية الكم حول التكرار ؟ ان ما تقوله يرن أحيانا كما لو كنت تعتبر فوق كل ذلك امكانية وجود علاقة ما مع

(١) أحد المركبين الأساسيين فى تكوين أى خلية حية .



الكل ، الذى يمكننا القول عنه أنه يعطى مغزى لكن الوقائع المفردة » .

دور : « ان كل انحراف عن قواعد التكرار المنبعثة من ميكانيكا الكم سيجعل السؤال حول السبب الذى يجب من أجله أن تنتظم الظواهر التكرارية فى نطاق نظرية الكم غير مفهوم . واذن فينبغى علينا اعتبار مثل هذه الانحرافات غير ممكنة البتة بناء على التجارب المتوفرة حتى الآن . ولكن ربما أنك أيضا لم تفكر فى هذا أبدا . وقد يستهدف السؤال أحداثا أو ظواهر تعتبر فريدة وفقا لجوهرها ، أى أن الأمر لا يتعلق فيها بتكرارات معينة . بيد أن كلمة « مغزى » التى استخدمتها فى صياغتك تجعل هذا السؤال مستحيلا بعض الشيء بالنسبة للعلوم الطبيعية » .

وهنا انقطع الحديث فى هذا الموضع ، ولكننا استطرطنا بعد بضعه أيام فى مناقشات كنت فيها مستمعا فقط . لقد كرس فى ذلك الحين كل من «كونراد لورينتز» (١) (Konrad Lorenz) و « إيريش فون هولرت » (Erich von Holst) (٢) ومعاونيهما أنفسهم فى معهد - ماكس بلانك « لأبحاث التصرف » (Verhaltensforschung) القائم الى جوار بحيرة محاطة بالغابات تقع فى منطقة التلال بين « بحيرة شتارنبرج » و « بحيرة الأمر » (Ammer see) - لدراسة تصرف عالم الحيوان فى بيئتهم ، حيث كانوا يتحدثون - وهذا هو عنوان أحد كتب لورينتز - مع البهائم ومع الطيور والاسماك . وقد عقدت فى معهدهم فى الخريف التالى اجتماعات منتظمة قام فيها بعض البيولوجيين والفلاسفة والفيزيائيين والكيميائيين بمناقشة القضايا الأساسية للبيولوجيا وخصوصا تلك المتعلقة بنظرية المعرفة - وقد أطلقنا على هذه الاجتماعات من باب الهزل اسم « اجتماعات - الجسد والروح » . وقد اشتركت من جانبى فى هذه المحاورات من آن لآخر كمستمع فقط تقريبا لعدم المامى بالبيولوجيا . ولكننى حاولت أن أتعلم شيئا من مناقشات البيولوجيين . واننى لاأذكر ذلك اليوم الذى دار فيه الحديث حول الشكل العنصرى لنظرية داروين ، أى « التغيرات المبنية على الصدفة وعملية الانتقاء (Zufällige Mutationen und Selektionen) حيث عرض الحاضرون - من أجل تأسيس هذا العلم - المقارنة التالية : ان نشأة الأنواع تتم تماما مثل نشأة المعدات الانسانية . وعلى هذا فقد لزم للانتشار فوق الماء اختراع مركب التجديف أولا ، وأن البحيرات

(١) نيساوى الاصل ( ١٩٠٣/١١/٧ - ) جائزة نوبل فى الطب ١٩٧٣ .

(٢) ( ١٩٠٨/١١/٢٨ - ١٩٦٢/٥/٢٥ ) .



وشواطئ البحار سكنت بمراكب التجديف • ثم أتى انسان بعد ذلك بفكرة استخدام قوة الريح خلال الشراع ، ومن ثم استطاعت المراكب الشراعية الانتشار فى رقعة أكبر من المياه بالمقارنة بمراكب التجديف • بعد ذلك أنشئت الميكنات البخارية ، وتمكنت السفن البخارية من السفر على كل البحار والمحيطات وضاق الطريق على المراكب الشراعية • كما أن نتائج المحاولات الفاشلة تستبدل دائما عن طريق التكنولوجيا سريعة التطور • ففى تكنولوجيا الانارة مثلا أمكن بسرعة احلال « مصباح نرنست » (١) بمصباح الضوء العادى • وبالمثل يمكننا أيضا تصور عملية الانتقاء بين الأنواع المختلفة للكائنات الحية • ان التغيير يتم بالصدفة البحتة ، تماما كما تقضى نظرية الكم ، كما أن عملية الانتقاء تقوم بالغاء معظم محاولات الطبيعة هذه • وفقط فان أشكالا قليلة تظل باقية ، تلك التى تحافظ على وجودها ضد المؤثرات الخارجية •

عندما حاولت التفكير فى المقارنة السابقة خطر لى أن عملية التطور التكنولوجى تتناقض فى نقطة حاسمة مع نظرية داروين ، وذلك هناك حيث تلعب الصدفة فى نظرية داروين دورها • ان الاختراعات الانسانية المختلفة لا تنشأ بالصدفة ولكن من خلال « نية » وتفكير الانسان • لقد حاولت أن أصور لنفسى النتائج المترتبة على أخذ هذه المقارنة مأخذا جادا ، ومعرفة ما سيظهر مثلا عند موضع موقع الصدفة الداروينية • هل يمكننا بناء شىء هنا على مصطلح « النية » ؟ فى الواقع فانا نعرف فقط لدى الانسان ما يعنيه هذا المصطلح • وعند الضرورة ربما نستطيع الحديث عن أن الكلب ، الذى يقفز فوق منضدة بالمطبخ ، لديه « النية » فى التهام قطعة من اللحم • ولكن هل لدى ذلك النوع من البكتريا ، الذى يتغذى على البكتريوم ، « النية » للدخول فيه من أجل التكاثر ؟ ولو كان لدينا الاستعداد هنا للإجابة « بنعم » ، فهل يمكننا القول بأن التركيب الوراثى (Genstruktur) لديه « النية » للتغيير بحيث يتلاءم مع ظروف البيئة المحيطة به ؟ من الواضح أننا نسيء هنا استغلال كلمة « نية » • ولكن ربما يمكننا اختيار التعبير الحذر التالى للسؤال : هل يمكن « لما هو محتمل » (das Mögliche) أى الهدف المطلوب الوصول اليه ، التأثير على خط السير المسبب ؟ بهذا نكون قد دخلنا تقريبا فى إطار نظرية الكم ، وذلك لأن دالة الموجه فى نظرية الكم تمثل ما هو محتمل وليس ما هو واقع بالفعل • وبمعنى آخر : ربما تكون الصدفة ، التى تلعب دورا هاما فى نظرية داروين ، تمثل شيئا أكثر تعقيدا مما نتصور ، وذلك لأنها تنتظم تحت قوانين ميكانيكا الكم •

(١) نسبة الى Walter Nernst ( ١٨٦٤/٦/٢٥ - ١٩٤١/١١/١٨ ) •

لقد انقطعت هذه السلسلة من الأفكار من خلال ظهور آراء مختلفة للغاية فى المناقشة حول أهمية نظرية الكم فى البيولوجيا . وكان سبب هذا التضارب فى الآراء يرجع بوجه عام الى أن معظم البيولوجيين يسلمون بأن وجود الذرات والجزيئات يمكن أن يفهم فقط عن طريق نظرية الكم . يسند أنهم اعتبروا الذرات والجزيئات - التى تمثل أحجار البناء لدى الكيميائيين والبيولوجيين - عدا ذلك موضوعات للفيزياء الكلاسيكية ، واذن فقد تصرفوا معها مثل الأحجار أو حبات الرمل . وقد يؤدى مثل هذا الاجراء غالبا الى نتائج صحيحة ، ولكن عندما يتوجب علينا اعتباره بصورة أدق فإن التركيب المجرد لنظرية الكم يعد مختلفا تماما عن ذلك الخاص بالفيزياء الكلاسيكية . واذن فأننا قد نتوصل من حين لآخر الى نتائج خاطئة للغاية عندما نفكر بمصطلحات الفيزياء الكلاسيكية . ولكن لا يجب هنا الاستطراد فى الحديث عن هذا الجزء من المناقشات فى اجتماعات - الجسد والروح .

تكونت فى معهدى بميونخ مجموعة من الفيزيائيين الشباب استمرت فى العمل حول المشكلات المطروحة من نظرية المجال الموحد للجسيمات الأولية . لقد أصبحت المناظرات الحادة التى أمسكت علينا أنفاسنا فى السنوات الأولى لا تزيد عن أحاديث هادئة . وصار من المهم بناء النظرية خطوة خطوة ورسم صورة متعلقة بالظواهر التكرارية المختلفة فى نطاقها بقدر ما هو ممكن .

زودتنا التجارب التى أجريت بواسطة أجهزة التعجيل فى جنيف وفى « بروكهافن » Brookhaven ببيانات جديدة حول تفاصيل طيف الجسيمات الأولية ، وكان لابد علينا من اثبات أن هذه النتائج تتلاءم مع مقولات النظرية . وبنفس القدر ، الذى أخذت به نظرية المجال الموحد شكلا فيزيائيا مفهوما على مر السنين ، ازداد اهتمام كارل فريدريش بأساسها الفلسفى . ولم يكن المزمع القديم لباولي : أى التقسيم الثنائى ونقص التماثلية ، قد نضب بعد . وكان المثل الذى عرضه دور لتماثلية اليمين واليسار يعتبر فقط حالة خاصة لم يكن من الممكن فيها التعرف على الجوانب الهامة للمشكلة . بيد أن كارل فريدريش حاول بجدية الوصول الى جذور هذه المشكلة .

لم تنبر لقاءاتنا أثناء هذه السنوات فى أورفيلد ، فبعد أن غدت أيامنا أكثر هدوءا وسلاما ، أصبح من الممكن لنا التردد على بيتنا بجوار بحيرة الفالشين فى معظم عطلات نهاية الاسبوع وفى أشهر الأجازات . وكلما جلسنا فى شرفة البيت تلالا أمامنا البحيرة والتلال وراءها التى انعكست فى لوحات لوفيز كورنت قبل أربعين سنة من الآن ، ولكن قلما

اختفت من أمامي الصورة الأخرى للأيام الأخيرة من الحرب المنصرمة :  
حيث ركم الضابط الأمريكي باش ممسكا بمدفعه خلف جدران الشرفة  
وانطلقت من الشارع الطلقات النارية الى أعلى ، وكان على الأطفال أن  
يقبعوا خلف الستائر الرملية في السرداب انتظارا لما سيحدث بعد ذلك .  
ولكن الأوقات المضطربة كانت قد ولت واستطعنا في هدوء تأمل القضايا  
الكبرى التي طرحها أفلاطون ، والتي ربما قد وجدت حلولها في فيزياء  
الجسيمات الأولية .

لقد أوضح لي كارل فريدريش - الذي واطب على زيارتنا - الأفكار  
الأساسية لمحاولته :

كارل : « كل التأملات حول الطبيعة لا بد وأن تتم في نطاق حركة دائرية  
أو لولبية ، وذلك لأننا نستطيع فقط فهم شيء ما عن الطبيعة عندما  
نتأملها ، كما أننا ننطلق بكل طرق تصرفاتنا ، بما في ذلك التفكير ،  
من تاريخ الطبيعة ، واذن فإننا نستطيع من الناحية الأساسية البدء  
من أي موضع معين . بيد أن فكرنا قد خلق بحيث انه يبدو من  
الملائم البدء بالأسهل ، كما أن الأسهل هو خيارنا : نعم أم لا ، نكون  
أو لا نكون ، الخير أو الشر . وطالما نفكر في مثل هذا الاختيار ،  
كما يحدث في كل يوم ، فإنه لن ينشأ شيء آخر عنه . ولكننا  
نعرف من نظرية الكم أنه في الاختيار لا توجد فقط الاجابات نعم  
ولا ، ولكن أيضا اجابات تكميلية أخرى تحدت بها احتمالية نعم  
ولا ، وبالإضافة الى ذلك فإن هناك نوعا من التداخل بين نعم ولا قد  
تعين وهو يملك « قيمة مقولية » (Aussagewert) . واذن فإن هناك  
عددا كبيرا من الاجابات المحتملة . ومن الناحية الرياضية فإن الموضوع  
هنا يتعلق بمجموعة مستمرة من التحويلات الخطية المتغيرين تخيليين  
وهذه المجموعة تحتوى على مجموعة لورينتز الخاصة بالنظرية  
النسبية . وإذا سألنا عن أي من هذه الاجابات المحتملة وما اذا  
كانت تقع أولا ، فإننا بذلك نطرح أسئلة حول الحيز الذي يرتبط  
فعلا بـ « كوينتينيوم - الحيز - الزمان » (raum-Zeit-Kontinuum)  
للكون الفعلي . وبهذه الطريقة فأننى أحاول تكوين تركيب المجموعات  
(Gruppenstruktur) الذي أثبتناه في معادلتكنا للمجال الموحد  
والذي ينتصب به العالم على نحو ما ، من خلال طبقات متراكمة من  
الاختيارات » .

هيزنبرج : « انك اذن تضع قيمة لأن التقسيم الثنائي ، الذي تحدث  
عنه باولي ، لا يعتبر تقسيما ثنائيا وفقا لمنطق أرسطو ، ولكن أن  
التكاملية تتدخل هنا في نقطة حاسمة . ان التقسيم الثنائي بالمغزى



الارسطوطاليسى يعتبر بحق - كما كتب لى باولى - صفة من الشيطان ، انه يؤدى من خلال تكرارات مستمرة الى الخراب . ولكن الاحتمال الثالث الذى يظهر مع مبدأ التكاملية فى نظرية الكم ، يمكن أن يكون مشمرا ويؤدى فى التكرار الى حيز الكون الفعلى . وفى الواقع ، فان العدد « ثلاثة » يرتبط فى الخرافات القديمة بالمبدأ الالهى . واننا لنستطيع هنا ، بدلا من الرجوع الى الخرافات القديمة ، التفكير فى الخطوات الثلاثة للفيلسوف هيغل : « مزعم - ومزعم مضاد - ومزعم اعلى (These-Antithese-Synthese) » . ان المزعم الأعلى لا يمكن أن يكون فقط تجمعا ، وحلا وسطا مزعم ومزعم مضاد ، ولكنه يكون مشمرا فقط عندما يتلون من المزعم والمزعم المضاد شىء جديد بذاته ، .

كاول : « نعم ، ان هذه افكار فلسفية عامة وجميلة ، ولكننى أريد معرفة هذا بدرجة أدق من ذلك . وائنى لا تمنى فى الواقع ، أن نستطيع الوصول بهذه الطريقة الى القوانين الطبيعية الحقيقية . ان معادلتكما للمجال الموحد - التى لا نعرف منها بالتأكيد ، ما اذا كانت تمثل الطبيعة بحق - تبدو وكأنها تنبع من فلسفة الاختيارات هذه . ولكن يتحتم علينا اثبات ذلك بدرجة الحدة الرياضية المعتاد » .

هيزنبرج : « انك تريد اذن بناء الجسيمات الأولية ، وبالتالى الكون ، من الاختيارات بنفس الطريقة التى بنى بها أفلاطون الأجسام القياسية ، وبالتالى الكون ، باستخدام المثلثات . ان الاختيارات تعتبر غير مادية تماما مثل المثلثات فى تيمايوس الأفلاطونية . ولكننا لو تبنيينا منطق نظرية الكم ، فان الاختيارات تعد شكلا أساسيا ينشأ من الأشكال الأساسية المعقدة من خلال التكرار . واذن فان الطريق - حسب ما فهمته منك - يؤدى من الاختيارات الى مجموعة تماثل ، أى الى صفة ما ، وكل صفة أو صفات تمثل بالأشكال الرياضية التى تصور الجسيمات الأولية ، وهى أفكار الجسيمات الأولية التى يناظرها فى النهاية الجسيم الأولى من الناحية الموضوعية . ان هذا البناء العام مفهوم لى تماما . وأيضا فان الاختيار يعتبر بالتأكيد تركيبا جوهريا أكثر لتفكيرنا بالمقارنة بالمثلثات » .

بيد أننى أتصور أن التنفيذ الدقيق لهذا البرنامج يعتبر صعبا للغاية ، وذلك لأنه يتطلب تفكيرا ذا درجة عالية من التجريد لم يظهر حتى الآن فى الفيزياء . وائنى أعتقد أننى لا أستطيع القيام



به الآن . ولكن الأجيال الجديدة يمكنها التفكير المجرد بطريقة  
أسهل واذن فعليك محاولة هذا مع معاونيك » .

وهنا تدخلت اليزابيث في الحديث الذي كانت تستمع اليه من بعيد .

اليزابيث : « هل تعتقدان أن الأجيال الجديدة يمكنها الاهتمام بمثل هذه  
القضايا الصعبة ؟ لو أنني انطلقت مما تقولانه من آن لآخر حول  
الفيزياء في مراكز الأبحاث الكبرى أو في أمريكا ، فإنه يبدو كما  
لو كان الاهتمام - وخصوصا لدى الشباب - يتركز فقط على  
التفاصيل ، وكما لو كانت العلاقات الكبرى قد صارت نوعا من  
المحرمات ، لا يجب على الانسان الحديث عنها ، أليس من المحتمل  
أن يصبح الحال هنا كما كان الحال في الفلك في العصور القديمة .  
حين اكتفى الانسان بحساب خسوف القمر وكسوف الشمس عن  
طريق تراكمات من الدوائر والقطع الناقصة ، ونسى النظام الكوكبي  
لأريستارخ ؟ أليس من المحتمل أن يخبو الاهتمام بقضايا كما العامة  
تماما ؟ » .

هيزنبرج : « ان الاهتمام بالتفاصيل يعتبر عملا حسنا وضروريا ، وذلك  
لأننا نريد في النهاية معرفتها بالفعل . وانك لتذكرين أن نيلز  
بوهر كان يردد دائما : « ان الفيض فقط يؤدي الى الوضوح » ،  
وحتى بالنسبة للمحرمات (١) فأننى لست مطمئنا ، وذلك لأن  
تحريم شيء ما لا يتم من أجل منعنا من الحديث عنه ، ولكن من أجل  
حمايته من الشرثرة والعبث . ومنذ القدم فان تأسيس محرم ما كان  
يتم كما قال جوتى : « لا تقل هذا لأحد ، بل للحكام فقط ، وذلك  
لأن العامة سيسخرون منه على الفور ... » . واذن فلا يجب  
على الانسان أن يخشى هذا الحرام (٢) . وسوف يوجد على الدوام  
الشباب المتفتح ، الذى يتأمل أيضا العلاقات الكبرى ، وذلك لأنه  
يريد أن يكون صادقا مع نفسه حتى اللحظة الأخيرة . وبالطبع  
فان عدد هؤلاء الشباب ليس مهما البتة » .

ان من يتأمل فلسفة أفلاطون يعرف أن الكون يتحدد من خلال  
الصور ، ومن ثم يجب هنا انهاء عرض المحاورات من خلال صورة تركت  
في نفسى أثرا لا ينسى بوصفها علامة على السنوات المتأخرة بمدينة ميونخ .  
لقد رحلنا نحن الأربعة ، اليزابيث ، وولفهاى الكبيران وأنا ، خلال المزارع

(١) المقصود هنا تحريم التفكير فى تركيب الكون والروابط بين مكوناته .

(٢) أى لا يخشى الخوض بعمق فى التفكير فى الكون والروابط بين مكوناته .

المزدهرة فوق المنطقة الجبلية بين بحيرة شتارنبرج وبحيرة الأمر في الطريق الى « زيفيزين » ، وذلك لزيارة ايريش فون هولزت في معهد - ماكس - بلانك لأبحاث التصرف .

لم يكن ايريش بيولوجيا ممتازا فحسب ، ولكن أيضا صانعا ماهرا لآلات الكمان والفيولا ، وقد أردنا تلقى النصيح منه حول آلة موسيقية معينة . لقد أحضرا ولدي آلاتي الكمان والشيلو معهما وذلك لاستخدامهما اذا سنحت الفرصة بذلك . صحبنا فون هولزت في جولة في بيته الجديد الذي خططه وأثنته بلمساته الفنية والحوية الخاصة ، ثم قادنا الى حجرة المعيشة الفسيحة التي امتلأت بأشعة الشمس النافذة بقوة من أبوابها الواسعة . وكلما ألقيت البصر الى الخارج شعرت وكأنني أصبح فوق اللجة الخضراء الزاهية تحت السماء الزرقاء بينما تطوف أمامي أسوار المعهد في الهواء .

أحضر فون هولزت آلة الفيولا وجلس بين الولدين ثم بدأ يعزف معهما « سيرنادا مقام » La « لبيتھوفن » التي انبعثت من نغماتها نشوة الفرح والحوية التي تفوقت فيها الثقة بالنظام المركزي على مظاهر الاحباط والتعب . وتكثفت فيها بالنسبة لي - كلما زدت من سماعها - بصحوة الضمير . بأنه في الزمن المكتوب سيستمر التقدم الى الأمام في الحياة وفي الموسيقى وفي العلم ، حتى وان كنا نحن نؤثر باستمرار لوقت قصير - كما قال بوهر - كمشاهدين وممثلين في نفس الوقت في مأساة الحياة الكبرى .

فهرس الحاصلين على جائزة نوبل فى الفيزياء : ( ١٩٠١ - ١٩٧٢ )

السنة	الاسم	الجنسية	تاريخ الميلاد	تاريخ الوفاة
١٩٠١	فيلهلم كونراد رونتجين	الماني	١٨٤٥/٣/٢٧	١٩٢٣/٢/١٠
١٩٠٢	هيندريك انطون لورينتز	هولندي	١٨٥٣/٧/١٨	١٩٢٨/٢/٤
	بيتر تزييمان	هولندي	١٨٦٥/٥/٢٥	١٩٤٣/١٠/٩
١٩٠٣	هنرى بيكويريل	فرنسي	١٨٥٢/١٢/١٥	١٩٠٨/٨/٢٥
	پيرى كورى	فرنسي	١٨٥٩/٥/١٥	١٩٠٦/٤/١٩
	مارى كورى	مجرية فرنسية	١٨٦٧/١١/٧	١٩٣٤/٧/٤
	جون فيلهلم سترط رايلى	انجليزى	١٨٤٢/١١/١٢	١٩١٩/٦/٣٠
١٩٠٤	John Wilhelm Strutt Rayleigh	انجليزى	١٨٤٢/١١/١٢	١٩١٩/٦/٣٠
١٩٠٥	فيليب لينارد	الماني	١٨٦٢/٦/٧	١٩٤٧/٥/٢٠
١٩٠٦	جوزيف جون طومسون	انجليزى	١٨٥٦/١٢/١٨	١٩٤٠/٨/٣٠
١٩٠٧	البرت ميكلسون	امريكي	١٨٥٢/١٢/١٩	١٩٣١/٥/٩
١٩٠٨	جابريل ليبمان	لوكسمبورج	١٨٤٥/٨/١٦	١٩٢١/٧/١٣
١٩٠٩	كارل فيرديناند براون	الماني	١٨٥٠/٦/٦	١٩١٨/٤/٢٠
	جوجيلمو ماركونى	ايطالى	١٨٧٤/٤/٢٥	١٩٣٧/٧/٢٠
	يوهانس ديديريك فان ديرفالز	هولندي	١٨٣٧/١١/٢٣	١٩٢٣/٣/٨
١٩١٠	Johannes Diderik vander Waals	هولندي	١٨٣٧/١١/٢٣	١٩٢٣/٣/٨
١٩١١	فيلهلم فين	نمساوى	١٨٦٤/١/١٣	١٩٢٨/٨/٣٠
١٩١٢	نيلز جوستاف دالين	سويدي	١٨٦٩/١١/٣٠	١٩٣٧/١٢/٩٠
١٩١٣	هايكى كامرلينج - اونز	هولندي	١٨٥٣/٩/٢١	١٩٢٦/٢/١٢
١٩١٤	ماركس فون لاوى	الماني	١٨٧٩/١٠/٩	١٩٦٠/٤/٢٤
١٩١٥	ويليم هينرى براج	انجليزى	١٨٦٢/٧/٢	١٩٤٢/٣/١٢
	ويليم ل. براج		١٨٩٠/٣/٢١	١٩٧١/٧/٥
١٩١٨	ماكس بلانك	الماني	١٨٥٨/٤/٢٣	١٩٤٧/١٠/٤
١٩١٩	جوهانس شتارك	الماني	١٨٧٤/٤/١٥	١٩٥٧/٦/٢١
١٩٢٠	تشارلز ادوارد جيوئم	فرنسي	١٨٦١/٢/١٥	١٩٣٨/٦/١٣
١٩٢١	البرت اينشتين	الماني	١٨٧٩/٣/١٤	١٩٥٥/٤/١٨
١٩٢٢	نيلز بوهر	دينماركي	١٨٨٥/١٠/٧	١٩٦٢/١١/١٨
١٩٢٣	روبيرت اندروز ميليكان	امريكي	١٨٦٨/٣/٢٢	١٩٥٣/١٢/١٩
١٩٢٤	مانى زيجمان	سويدي	١٨٨٦/١٢/٣	١٨٨٦/١٢/٣
١٩٢٥	جوستاف هيرتس	الماني	١٨٨٧/٧/٢٢	١٨٨٧/٧/٢٢
	جيمس فرانك	الماني	١٨٨٢/٨/٢٦	١٩٦٤/٥/٢١
١٩٢٦	جين پيرى	فرنسي	١٨٧٠/٩/٣٠	١٩٤٢/٤/١٧
١٩٢٧	آرثر هولى كومبتون	امريكي	١٨٩٢/٩/١٠	١٩٦٢/٣/١٥
	تشارلز طومسون وينسون	انجليزى	١٨٦٩/٢/١٤	١٩٥٩/١١/١٥



السنة	الاسم	الجنسية	تاريخ الميلاد - تاريخ الوفاة
١٩٢٨	اوين ريتشاردسون	انجليزى	١٨٧٥/٤/٢٦ - ١٩٥٩/٢/١٥
١٩٢٩	لوى - فيكتور دى برويا	فرنسى	١٨٩٢/٧/١٥ -
١٩٣٠	تشاندراسخارا فينكاتا رمان	هندي	١٩٧٠/١١/٢٢ - ١٩٨٨/١١/٧
١٩٣٢	فيرنر هييزنبرج	المانى	١٩٧٦/٢/١ - ١٩٠١/١٢/٥
١٩٣٣	باول ادرين موريس ديراك	انجليزى	١٩٨٤/١٠/٢٠ - ١٩٠٢/٨/٨
١٩٣٥	جيمس تشادويك	انجليزى	١٩٧٤/٧/٢٤ - ١٨٩١/١٠/٢٠
١٩٣٦	فيكتور فرانس هيس	نمساوى	١٩٦٤/١٢/١٧ - ١٨٨٣/٦/٢٤
١٩٣٧	كلينت جوزيف دافيسون	امريكى	١٩٥٨/٢/١ - ١٨٨١/١٠/٢٢
	جورج باجت طومسون	انجليزى	١٨٩٢/٥/٣ -
١٩٣٩	ارنست اورلاندو لورانس	امريكى	١٩٥٨/٨/٢٧ - ١٩٠١/٨/٨
١٩٤٣	اوتو شترن	المانى	١٩٦٩/٨/١٧ - ١٨٨٨/٢/١٧
١٩٤٤	ازاك رابى	امريكى	١٨٩٨/٧/٢٩ -
١٩٤٥	فولفجانج باولى	نمساوى	١٩٥١/١٢/١٥ - ١٩٠٠/٤/٢٥
١٩٤٦	پيرسى بريدجمان	امريكى	١٩٦١/٨/٢٠ - ١٨٨٢/٤/٢١
١٩٤٧	اذوارد فيكتور ابلينون	انجليزى	١٩٦٥/٤/٢١ - ١٨٩٢/٩/٦
١٩٤٨	باتريك بلاكيت	انجليزى	١٨٩٧/١١/١٨ -
١٩٤٩	هيديكى يوكاوا	يابانى	١٩٠٧/١/١٣ -
١٩٥٠	سيسيل فرانك بول	انجليزى	١٩٦٩/٨/١١ - ١٩٠٣/١٢/٥
١٩٥١	جون دوغلاس كوكروفت	انجليزى	١٩٦٧/٩/١٨ - ١٨٩٧/٥/٢٧
	ارنست والتون	ايرلندى	١٩٠٣/١٠/٦ -
١٩٥٢	فيليكس بلوخ	المانى	١٩٠٥/١٠/٢٣ -
	اذوارد ميلز بورسيل	امريكى	١٩١٢/٨/٣٠ -
١٩٥٣	فريتس تسرنيك	هولندى	١٩٦٦/٣/١٧ - ١٨٨٨/٧/١٦
١٩٥٤	ماكس بورن	المانى	١٩٧٠/١/٦ - ١٨٨٢/١٢/١١
	فالتر بوتى	المانى	١٩٥٧/٢/٨ - ١٨٩١/١/٨
١٩٥٥	بوليكارب كوش	امريكى	١٩١١/١/٢٦ -
	ويليز اويجين لام	امريكى	١٩١٣/٧/١٢ -
١٩٥٦	والتر براتلين	امريكى	١٩٠٢/٢/١٠ -
	جون بارددين	امريكى	١٩٠٨/٥/٢٣ -
	وليم شوكلى	امريكى	١٩١٠/٢/١٣ -
١٩٥٧	تسوانج - داو لى	صينى	١٩٢٦/١١/٢٥ -
	تشين - نينج يانج	صينى	١٩٧٢/٥/٢٧ -
١٩٥٨	اليا فرانك	روسى	١٩٠٨/١٠/٢٣ -



السنة	الاسم	الجنسية	تاريخ الميلاد - تاريخ الوفاة
١٩٥٩	ايچور تام پاول تشيرينكوف اوين تشامبرلين اميليو سيجرى	روسي روسي امريكي ايطالي	١٨٩٥ - ١٩٧١/٤/١٢ ١٩٠٤/٧/٢٨ - ١٩٢٠/٧/١٠ - ١٩٥٥/٢/١
١٩٦٠	دونالد جلازر	امريكي	١٩٢٦/٩/٢١ -
١٩٦١	رودلف موسباور	المانى	١٩٢٩/١/٣١ -
١٩٦٢	ليف دافيدوفيتش لاندائو	روسي	١٩٠٨/١/٢٢ - ١٩٦٨/٤/١
١٩٦٣	ماريا جويبرت - ماير	امريكية	١٩٠٦/٦/٢٨ - ١٩٧٢/٢/٢٠
	هانس دانييل ينسين	المانى	١٩٠٧/٦/٢٥ - ١٩٧٣/٢/١٢
	اويجين باول فيجنر	امريكي	١٩٠٢/٢/١٧ -
١٩٦٤	نيكولاى باسوف	روسي	١٩٢٢/٢/١٤ -
	اليكساندر بروتشوروف	روسي	١٩١٦/٧/١١ -
١٩٦٥	ريتشارد فاينمان	امريكي	١٩١٨/٥/١١ -
	سين - ايترو توموناچا	يابانى	١٩٠٦/٣/٢١ -
	جوليان شفينجر	امريكي	١٩١٨/٢/١٢ -
١٩٦٦	الفريد كاستلر	فرنسي	١٩٠٢/٥/٣ -
١٩٦٧	رونالد نوريش	انجليزى	١٨٩٧/١١/٩ -
١٩٦٨	لويس الفاريز	امريكي	١٩١١ -
١٩٦٩	موراى جيل - مان	امريكي	١٩٢٩/٩/١٥ -
١٩٧٠	هانس الفين	سويدي	١٩٠٨/٥/٣٠ -
١٩٧١	دينيس جابور	انجليزى	١٩٠٠/٦/٥ -
١٩٧٢	ليون كوبر	امريكي	١٩٣٠/٢/٢٨ -
	والتر باردين	امريكي	١٩٠٢/٢/١٠ -
	جون شريفير	امريكي	١٩٣١/٥/٣١ -



## الفهرس

- تقديم . . . . . ٩
- مقدمة . . . . . ١٣
- ١ - المقابلة الأولى مع علم الذرة ( ١٩١٩ - ١٩٢٠ ) . . . ١٥
- ٢ - قرار دراسة الفيزياء ( ١٩٢٠ ) . . . . . ٣٢
- ٣ - مبدأ « الفهم » فى الفيزياء الحديثة ( ١٩٢٠ - ١٩٢٢ ) . ٤٦
- ٤ - التوعية بالسياسة والتاريخ ( ١٩٢٢ - ١٩٢٤ ) . . ٦٤
- ٥ - ميكانيكا الكم ومحاورة مع اينشتين ( ١٩٢٥ - ١٩٢٦ ) . ٨٠
- ٦ - رحلة الى العالم الجديد ( ١٩٢٦ - ١٩٢٧ ) . . . ٩٣
- ٧ - المحاورة الأولى حول العلاقة بين العلم والدين ( ١٩٢٧ ) . ١٠٦
- ٨ - اليزياء الذرية ومبدأ التفكير النفعى ( ١٩٢٩ ) . . ١١٩
- ٩ - محاورة حول العلاقة بين البيولوجيا والفيزياء والكيمياء  
( ١٩٣٠ - ١٩٣٢ ) . . . . . ١٣٠
- ١٠ - ميكانيكا الكم وفلسفة كانط ( ١٩٣٠ - ١٩٣٢ ) . ١٤٦
- ١١ - مناقشة حول اللغة ( ١٩٣٣ ) . . . . . ١٥٦
- ١٢ - الثورة والحياة الجامعية ( ١٩٣٣ ) . . . . . ١٧٣
- ١٣ - مناقشات حول احتمالات التكنولوجيا الذرية وحول  
الجسيمات الأولية ( ١٩٣٥ - ١٩٣٧ ) . . . ١٨٩
- ١٤ - تصرف الأفراد أثناء الكارثة السياسية ( ١٩٣٧ - ١٩٤١ ) . ٢٠١
- ١٥ - الطريق الى بداية جديده ( ١٩٤١ - ١٩٤٥ ) . . ٢١٨
- ١٦ - حول مسئولية الباحث ( ١٩٤٥ - ١٩٥٠ ) . . . ٢٣٤

- ١٧ - مبدأ الايجابية - ماوراء الطبيعة - الدين ( ١٩٥٢ ) . ٢٤٨  
١٨ - مناظرة في السياسة والعلم ( ١٩٥٦ - ١٩٥٧ ) . ٢٦٤  
١٩ - نظرية المحال الموحد ( ١٩٥٧ - ١٩٥٨ ) . . . ٢٧٥  
٢٠ - الجسيمات الأولية وفلسفة أفلاطون ( ١٩١٦ - ١٩٦٥ ) . ٢٨٣  
- فهرس الحاصلين على جائزة نوبل في الفيزياء - ٢٩٦

**مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب**

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٨٦/٥٢٤٨

٣ - ١١٣٣ - ٠١ - ٩٧٧ - ISBN







تدور مذكرات فيرز هيزنبرج (١٩٠١ - ١٩٥٨) حول  
الفيزياء الذرية المعاصرة التي تأثرت قطعا في مراحل تطورها  
بجهوده الخلاقة والتي ترتبط بالاضطرابات التي لازمت  
الجمهورية الشيوعية في ميونيخ وبأيام الدراسة ودائرة  
الأصدقاء في تنظيم حركة الشبيبة وبالمنجزات والتحديات التي  
صاحبت أيام النازية وفترة إعادة البناء بعد عام ١٩٤٥ . من  
هذه المنطلقات تعود مقابلاته مع ألبرت أينشتاين وماكس بلانك  
وآرنولد زومر فيلد ونيلز بوهر وآخرين .

٢٢٥ قرشا

Bibliotheca Alexandrina



0707311

مطابع الهيئة المصرية